RETURN TO

LIBRARY OF MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

WOODS HOLE, MASS.

LOANED BY AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTACHTZEHNTER BAND.

WIEN, 1909.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXVIII. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1909. — HEFT I BIS X.

(MIT 2 TABELLEN, 39 TAFELN UND 191 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

A177 3

INHALT.

Seite

Abel O., Cetaceenstudien. I. Mitteilung: Das Skelett von *Eurhinodelphis Cocheteuxi* aus dem Obermiozän von Antwerpen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 60 h — 60 pf] 241

— Cetaceenstudien. II. Mitteilung: Der Schädel von *Saurodelphis argentinus* aus dem Pliozän Argentiniens. [Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 95 h — 95 pf] 255

Becke F., Bericht über geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Hochalmkerns. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M] 1045

Brunnthaler J., Der Einfluß äußerer Faktoren auf *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) Born. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 2 K 75 h — 2 M 75 pf] . 501

Czapek F., Über die Blattentfaltung der Amherstieen. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 201

— Zur Kenntnis des Phytoplanktons im Indischen Ozean. (Mit 5 Textfiguren.) [Preis: 50 h — 50 pf] 231

— Beiträge zur Morphologie und Physiologie der epiphytischen Orchideen Indiens. (Mit 7 Textfiguren.) [Preis: 90 h — 90 pf] . . 1555

Doelter C., Ein neues Erhitzungsmikroskop. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 60 h — 60 pf] 489

Fröschel P., Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit. (II. Mitteilung.) (Mit 6 Textfiguren.) [Preis: 1 K 55 h — 1 M 55 pf] 1247

Grafe V. und **Linsbauer K.,** Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung. (I. Mitteilung.) [Preis: 35 h — 35 pf] . 907

— Studien über das Anthokyan. (II. Mitteilung.) [Preis: 40 h — 40 pf] 1033

— Untersuchungen über die Aufnahme von stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die Wurzel von Phanerogamen bei Ausschluß der Kohlensäure. [Preis: 60 h — 60 pf] 1135

Heritsch F., Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. II. Versuch einer stratigraphischen Gliederung der »Grauwackenzone« im Paltental nebst Bemerkungen über einige Gesteine (Blasseneckgneis, Serpentine) und über die Lagerungsverhältnisse. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 90 h — 90 pf] 115

Herzfeld St., Zur Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix decidua* Mill. (Mit 1 Tafel und 24 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 — 2 M 50 pf] 1345

Seite

Himmelbaur W., Eine blütenmorphologische und embryologische Studie über *Datisca cannabina* L. (Mit 1 Doppeltafel und 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K 25 h — 1 M 25 pf] 91

Hoernes R., Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 90 h — 1 M 90 pf] 693

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie (VI. Mitteilung, Nr. 182 bis 288), gleichzeitig Zweite Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 1 Tafel und 35 Textfiguren.) [Preis: 5 K 40 h — 5 M 40 pf] 275

— Fragmente zur Mykologie (VII. Mitteilung, Nr. 289 bis 353), gleichzeitig Dritte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 h — 2 M 50 pf] 813

— Fragmente zur Mykologie (VIII. Mitteilung, Nr. 354 bis 406), gleichzeitig Vierte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 5 K 20 h — 5 M 20 pf] 1157

— Fragmente zur Mykologie (IX. Mitteilung, Nr. 407 bis 467), gleichzeitig Fünfte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 2 K 45 h — 2 M 45 pf] 1461

Jahn J. J., Über die Altersfrage der sudetischen Basalteruptionen. [Preis: 35 h — 35 pf] 3

Knoll F., Studien zur Artabgrenzung in der Gattung *Astilbe*. (Mit 4 Tafeln und 11 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 h — 2 M 50 pf] 45

— Untersuchungen über Längenwachstum und Geotropismus der Fruchtkörperstiele von *Coprinus stiriacus*. (Mit 17 Textfiguren.) [Preis: 2 K 25 h — 2 M 25 pf] 575

Kölbl F., Versuche über den Heliotropismus von Holzgewächsen. [Preis: 1 K 15 h — 1 M 15 pf] 1295

Krasser F., Die Diagnosen der von Dionysius Stur in der obertriadischen Flora der Lunzerschichten als Marattiaceenarten unterschiedenen Farne. [Preis: 90 h — 90 pf] 13

Linsbauer K. und **Abranowicz E.**, Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. (Mit 2 Doppeltafeln und 8 Textfiguren.) [Preis: 1 K 75 h — 1 M 75 pf] 137

Molisch H., Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Zweiter Teil. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 2 K 30 h — 2 M 30 pf] 637

— Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 70 h — 70 pf] 1427

Seite

Richter O., Zur Physiologie der Diatomeen. (III. Mitteilung.) Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen. (Mit 2 Tabellen und 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1337

Schechner K., Zur Kenntnis des absteigenden Wasserstromes. [Preis: 80 h — 80 pf] 917

Sterzinger I., Einige neue Spirorbis-Arten aus Suez. (Ergebnisse einer von Dr. Ad. Steuer mit Unterstützung des Ministeriums für Kultus und Unterricht und des Vereines zur Förderung deutscher Kunst und Wissenschaft in Prag unternommenen Studienreise nach Ägypten.) (Mit 2 Tafeln und 16 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M. . 1441

Strecker E., Das Vorkommen des Scutellarins bei den Labiaten und seine Beziehungen zum Lichte. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 90 h — 90 pf] . 1379

Tondera F., Vergleichende Untersuchungen über die Stärkezellen im Stengel der Dicotyledonen. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 2 K 80 h — 2 M 80 pf] 1581

Vouk V., Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Lentizellen an Wurzeln von *Tilia* sp. (Mit 1 Tafel, 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren. [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1073

Wahl B., Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). II. Teil. Die Genera *Umagilla* und *Syndesmis*. (Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.) [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 943

Weber F., Untersuchungen über die Wandlungen des Stärke- und Fettgehaltes der Pflanzen, insbesondere der Bäume. [Preis: 1 K 75 h — 1 K 75 pf] 967

Wiesner J., Über die Veränderung des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubkrone der Bäume und in die Laubmassen anderer Gewächse. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. (IV. Abhandlung.) (Mit 11 Textfiguren.) [Preis: 1 K 90 h — 1 M 90 pf] 759

Wonisch F., Über den Gefäßbündelverlauf bei den Cyrtandroideen. (Mit 18 Textfiguren.) [Preis: 1 K 35 h — 1 M 35 pf] 453

Zach F., Untersuchungen über die Kurzwurzeln von *Sempervivum* und die daselbst auftretende endotrophe Mykorrhiza. (Mit 3 Tafeln und 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K 30 h — 1 M 30 pf] 185

Zikes H., Über eine den Luftstickstoff assimilierende Hefe: *Torula Wiesneri*. [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 1091

Zuderell H., Über das Aufblühen der Gräser. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 30 h — 1 M 30 pf] 1403

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTACHTZEHNTER BAND.

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXVIII. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1909. — HEFT I BIS VI.

ERSTER HALBBAND.

(MIT 22 TAFELN UND 127 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT.

Seite

Abel O., Cetaceenstudien. I. Mitteilung: Das Skelett von *Eurhinodelphis Cocheteuxi* aus dem Obermiozän von Antwerpen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 60 h — 60 pf] 241

— Cetaceenstudien. II. Mitteilung: Der Schädel von *Saurodelphis argentinus* aus dem Pliozän Argentiniens. [Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 95 h — 95 pf] 255

Brunnthaler J., Der Einfluß äußerer Faktoren auf *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) Born. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 2 K 75 h — 2 M 75 pf] . 501

Czapek F., Über die Blattentfaltung der Amherstieen. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 201

— Zur Kenntnis des Phytoplanktons im Indischen Ozean (Mit 5 Textfiguren.) [Preis: 50 h — 50 pf] 231

Doelter C., Ein neues Erhitzungsmikroskop. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 60 h — 60 pf] 489

Heritsch F., Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. II. Versuch einer stratigraphischen Gliederung der »Grauwackenzone« im Paltental nebst Bemerkungen über einige Gesteine (Blasseneckgneis, Serpentine) und über die Lagerungsverhältnisse. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 90 h — 90 pf] 115

Himmelbaur W., Eine blütenmorphologische und embryologische Studie über *Datisca cannabina* L. (Mit 1 Doppeltafel und 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K 25 h — 1 M 25 pf] 91

Hoernes R., Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 90 h — 1 M 90 pf] 693

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie (VI. Mitteilung, Nr. 182 bis 288), gleichzeitig Zweite Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 1 Tafel und 35 Textfiguren.) [Preis: 5 K 40 h — 5 M 40 pf] 275

— Fragmente zur Mykologie (VII. Mitteilung, Nr. 289 bis 353), gleichzeitig Dritte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 h — 2 M 50 pf] 813

Seite

Jahn J. J., Über die Altersfrage der sudetischen Basalteruptionen. [Preis: 35 h — 35 pf] 3

Knoll F., Studien zur Artabgrenzung in der Gattung *Astilbe*. (Mit 4 Tafeln und 11 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 h — 2 M 50 pf] 45

— Untersuchungen über Längenwachstum und Geotropismus der Fruchtkörperstiele von *Coprinus stiriacus*. (Mit 17 Textfiguren.) [Preis: 2 K 25 h — 2 M 25 pf] 575

Krasser F., Die Diagnosen der von Dionysius Stur in der obertriadischen Flora der Lunzerschichten als Marattiaceenarten unterschiedenen Farne. [Preis: 90 h — 90 pf] 13

Linsbauer K. und **Abranowicz E.**, Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. (Mit 2 Doppeltafeln und 8 Textfiguren.) [Preis: 1 K 75 h — 1 M 75 pf] 137

Molisch H., Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Zweiter Teil. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 2 K 30 h — 2 M 30 pf] 637

Wiesner J., Über die Veränderung des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubkrone der Bäume und in die Laubmassen anderer Gewächse. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. (IV. Abhandlung.) (Mit 11 Textfiguren.) [Preis: 1 K 90 h — 1 M 90 pf] 759

Wonisch F., Über den Gefäßbündelverlauf bei den Cyrtandroideen. (Mit 18 Textfiguren.) [Preis: 1 K 35 h — 1 M 35 pf] 453

Zach F., Untersuchungen über die Kurzwurzeln von *Sempervivum* und die daselbst auftretende endotrophe Mykorrhiza. (Mit 3 Tafeln und 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K 30 h — 1 M 30 pf] 185

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTACHTZEHNTER BAND.

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXVIII. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1909. — HEFT VII BIS X.

ZWEITER HALBBAND.

(MIT 2 TABELLEN, 17 TAFELN UND 64 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT.

Seite

Becke F., Bericht über geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Hochalmkerns. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M] 1045

Czapek F., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der epiphytischen Orchideen Indiens. (Mit 7 Textfiguren.) [Preis: 90 h — 90 pf] . . 1555

Fröschel P., Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit. (II. Mitteilung.) (Mit 6 Textfiguren.) [Preis: 1 K 55 h — 1 M 55 pf] 1247

Grafe V. und **Linsbauer K.**, Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung. (I. Mitteilung.) [Preis: 35 h — 35 pf] . 907

— Studien über das Anthokyan. (II. Mitteilung.) [Preis: 40 h — 40 pf] 1033

— Untersuchungen über die Aufnahme von stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die Wurzel von Phanerogamen bei Ausschluß der Kohlensäure. [Preis: 60 h — 60 pf] 1135

Herzfeld St., Zur Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix decidua* Mill. (Mit 1 Tafel und 24 Textfiguren.) [Preis: 2 K 50 — 2 M 50 pf] 1345

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie (VIII. Mitteilung, Nr. 354 bis 406), gleichzeitig Vierte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 5 K 20 h — 5 M 20 pf] 1157

— Fragmente zur Mykologie (IX. Mitteilung, Nr. 407 bis 467), gleichzeitig Fünfte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java. (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 2 K 45 h — 2 M 45 pf] 1461

Kölbl F., Versuche über den Heliotropismus von Holzgewächsen. [Preis: 1 K 15 h — 1 M 15 pf] 1295

Molisch H., Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 70 h — 70 pf] 1427

Richter O., Zur Physiologie der Diatomeen. (III. Mitteilung.) Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen. (Mit 2 Tabellen und 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1337

Schechner K., Zur Kenntnis des absteigenden Wasserstromes. [Preis: 80 h — 80 pf] 917

Seite

Sterzinger I., Einige neue Spirorbis-Arten aus Suez. (Ergebnisse einer von Dr. Ad. Steuer mit Unterstützung des Ministeriums für Kultus und Unterricht und des Vereines zur Förderung deutscher Kunst und Wissenschaft in Prag unternommenen Studienreise nach Ägypten.) (Mit 2 Tafeln und 16 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M. . 1441

Strecker E., Das Vorkommen des Scutellarins bei den Labiaten und seine Beziehungen zum Lichte. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 90 h — 90 pf] . 1379

Tondera F., Vergleichende Untersuchungen über die Stärkezellen im Stengel der Dicotyledonen. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 2 K 80 h — 2 M 80 pf] 1581

Vouk V., Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Lentizellen an Wurzeln von *Tilia* sp. (Mit 1 Tafel, 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren. [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1073

Wahl B., Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). II. Teil. Die Genera *Umagilla* und *Syndesmis*. (Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.) [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 943

Weber F., Untersuchungen über die Wandlungen des Stärke- und Fettgehaltes der Pflanzen, insbesondere der Bäume. [Preis: 1 K 75 h — 1 K 75 pf] 967

Zikes H., Über eine den Luftstickstoff assimilierende Hefe: *Torula Wiesneri*. [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 1091

Zuderell H., Über das Aufblühen der Gräser. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 30 h — 1 M 30 pf] 1403

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. I. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über die Altersfrage der sudetischen Basalteruptionen

von

Jaroslav J. Jahn.

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1909.)

Aus Beobachtungen, die ich an den Basaltströmen der erloschenen Vulkane in Mähren und Schlesien machte, zog ich in meiner Arbeit »Über das quartäre Alter der Basalteruptionen im mährisch-schlesischen Niederen Gesenke«[1] den Schluß, daß diese Vulkane diluvialen Alters seien. Heute bin ich in der Lage weitere gewichtige Gründe für die Richtigkeit dieser Ansicht anzuführen.

Als man vor drei Jahren die Stadt Freudenthal kanalisierte, wurde wiederholt, namentlich in der Olmützer Vorstadt, also im südlichen Teile der Stadt, ein bläulicher Tegel in einer Mächtigkeit von 2 bis 4 *m* aufgeschlossen. In dem »Köhlerseifen« genannten Tälchen am nördlichen Fuße des Köhlerberges erreichte dieser Tegel in einer Seehöhe von 540 *m* sogar eine Mächtigkeit von mehr als 6 *m*. Dies ist der Grund, daß viele Häuser in der Olmützer Vorstadt auf Piloten aufgebaut sind.

Herr Ing. R. Siegert, der die Kanalisierungsarbeiten in Freudenthal leitete, teilte mir mit, daß gewöhnlich gegen die Oberfläche hin ein lichtblauer Tegel, darunter eine Sandschichte und zu unterst ein dunkelblauer Tegel liege. Bei größerer Mächtigkeit des Tegellagers wiederholt sich nach Ing. Siegert einigemal diese Schichtenfolge.

Anläßlich meines zweiten Aufenthaltes in Freudenthal im Jahre 1906 nahm ich Proben beider Tegelsorten von den Erd-

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVI, Abt. I (Dezember 1907).

aushebungen beim Krankenhaus in Freudenthal mit und übergab sie dem Mitglied der Kommission zur naturwissenschaftlichen Durchforschung Mährens, Herrn Vl. J. Procházka mit der Bitte, sie näher zu untersuchen.

Zu meiner Freude bestätigte diese Untersuchung meine Vermutung: Herr Procházka fand in dem Tegel Foraminiferen, welche beweisen, daß in Freudenthal ein primäres Depot von miocänem Tegel vorliegt.

Herr Procházka teilte mir folgende Charakterisierung des Tegels von Freudenthal mit:

»Der Tegel von Freudenthal zerfließt im Wasser verhältnismäßig leicht. Der reichliche Schlämmrückstand besteht aus Detritus von krystallinischen und Kulmgesteinen, vorwiegend aus ziemlich groben, nur wenig kantengerundeten Gesteins- und Mineralfragmenten, deren Aussehen beweist, daß sie keinen längeren Transport durchgemacht haben. Für das miocäne Alter dieses Tegels spricht seine typische Foraminiferenfauna. Bis jetzt habe ich zehn verschiedene Foraminiferenformen und Stachelbruchstücke eines in den mährischen miocänen Tegeln häufig vorkommenden Seeigels konstatiert. Die betreffenden Foraminiferenformen gehören zu den Gattungen *Textularia, Uvigerina, Nodosaria, Globigerina, Pullenia, Asterogerina, Nonionina* und *Amphistegina.*

Der Erhaltungszustand der Foraminiferenschalen sowie der feinen Stachelfragmente des Seeigels ist vorzüglich, was dafür spricht, daß die Sedimentation des Freudenthaler Tegels unter normalen Verhältnissen vor sich ging und daß sich der Tegel auf primärer Lagerstätte vorfindet, ohne seit seiner Ablagerung irgend welchen Veränderungen ausgesetzt worden zu sein.«

Das Auffinden eines miocänen Tegels in Freudenthal ist vor allem für die Altersfrage der erloschenen Vulkane in Mähren und Schlesien von großer Wichtigkeit.

Ich habe in den letzten drei Jahren sowohl in den losen Auswurfsmassen des Köhlerbergvulkanes als auch im Basalte seines Stromes umfangreiche Aufsammlungen vorgenommen, allein ich sah weder in den Lavaauswürflingen noch im Basalt des Stromes je einen Toneinschluß. Dafür kann man am

Köhlerberg in unzähligen Stücken Einschlüsse von gefritteten Kulmgesteinen sammeln. Sowohl in den Lavaauswürflingen als auch im Basalt des Stromes kommen nebstdem eingeschlossene Quarzgerölle vor. Dies alles hob ich bereits in meiner oben erwähnten Arbeit hervor.

In beiden Lapilligruben am südlichen Fuße des Köhlerberges sieht man ganz deutlich, daß der Kulmschiefer die unmittelbare Unterlage des Vulkans bildet. Von einem Tegel sah ich unterhalb der dortigen Lapillimassen keine Spur. Wenn der miocäne Tegel über dem Kulm auch an jener Stelle gelegen wäre, wo sich der Köhlerbergvulkan gebildet hat, würden Stücke desselben als Einschlüsse in den Auswurfsmassen und dem Strombasalt dieses Vulkans gewiß gerade so vorkommen, wie sich darin eingeschlossene Quarzgerölle des diluvialen Schotters vorfinden und wie man gefrittete Toneinschlüsse, z. B. in dem Basalt des Mullwitzberges bei Graase in Oberschlesien so häufig sieht.

Daraus ergibt sich, daß zur Zeit der Bildung des Köhlerbergvulkans jene Stelle des Kulmplateaus, der dieser Vulkan aufsitzt, von miocänem Tegel sicher nicht bedeckt war. Es würde also die Vermutung nahe liegen, daß der Köhlerbergvulkan vormiocänen Alters sei.

Gegen diese Annahme spricht aber vor allem das Vorkommen von diluvialem Quarzschotter als Unterlage des Basaltstromes des Köhlerberges, die ich in meiner anfangs erwähnten Arbeit beschrieb, und Einschlüsse derselben Quarzgerölle sowohl in den Lavabomben als auch im Basalte des Stromes, abgesehen davon, daß auch der Erhaltungszustand des Vulkans und seiner Auswürflinge [1] die Annahme eines vormiocänen Alters ausschließt. Allein ich habe noch einen weiteren Grund für das postmiocäne Alter der erloschenen Vulkane in Mähren und Schlesien, welchen ich im folgenden vorläufig nur in Kürze erwähnen will.

Seit Heinrich kennt man das Basaltvorkommen im Groergarten oder richtiger Hirtengarten bei Friedland an der Mohra. Als ich im Jahre 1906 dieses Basaltvorkommen

[1] Siehe meine zitierte Arbeit, p. 1817 und 1818.

kennen lernte, sah ich zu meiner Verwunderung, daß dasselbe an einer anderen Stelle liegt und viel ausgedehnter ist, als es die neue Tietze'sche Karte anführt. Unterhalb dieses Basaltvorkommens am Abhang gegen die Mohra hin, sah ich bereits damals Quarzschotter. Die zum Teile blasige Struktur des Basaltes im Hirtengarten bewies mir, daß auch hier ein Oberflächenerguß vorliegt. Allein ich war nach diesem, meinem ersten Besuch nicht imstande, mir eine Vorstellung über die eigentliche Natur dieses Ergusses zu machen.

Im heurigen Jahre wurde das Basaltvorkommen im Hirtengarten zu Steinbruchzwecken erschlossen. Nach zweimaligem Besuch des Hirtengartens im heurigen Jahre bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß wir es auch bei Friedland mit einem Denudationsrest eines erloschenen Vulkans zu tun haben, der sich in einem ähnlichen Stadium der Abtragung befindet wie der Rotenbergvulkan bei Bärn.

Die Unterlage des Basaltes im Hirtengarten bildet, wie bei allen übrigen Vulkanen im Niederen Gesenke, Quarzschotter und Ton. Im Hirtengarten liegt der Ton deutlich über dem Schotter. Er ist zirka 2 bis 3 *m* mächtig, gelblich bis grünlichgrau, sehr plastisch, zum Teile feuerfest; stellenweise enthält er zirka 25% Sand beigemengt. Der darunter liegende präbasaltische Schotter ist bis 2 *m* mächtig, mitunter mit grobem Sande gemengt. Er besitzt das Aussehen eines Flußschotters. Am unteren Ende (der Stirn) des Stromes dürfte dieser präbasaltische Schotter einen Terrassenschotter der Mohra vorstellen. Am Abhang unterhalb des Basaltvorkommens liegt zirka 30 *m* über dem Bette der Mohra ein zweiter Terrassenschotter, der von dem oberen präbasaltischen Schotter verschieden ist. Es scheint also, daß der obere präbasaltische Schotter der Hochterrasse, der untere postbasaltische der Niederterrasse der Mohra angehört.

Die eruptive Tätigkeit des Hirtengartenvulkans begann mit einem Lavaerguß, sodann folgte ein »Eisenstein-«,[1] dann ein »Sonnenbrand-«[1] und zum Schlusse wiederum ein Lavaerguß und Lapilliregen. Die feuerflüssige Masse dieser vier

[1] Siehe meine zitierte Arbeit, p. 1785.

Ergüsse hat eine gewunden verlaufende, seichte, mit präbasaltischem Schotter, Sand und Ton ausgekleidete Rinne ausgefüllt. Im »Eisenstein« des Hirtengartens finden sich häufig Quarzgerölle und gefrittete Tonfetzen als Einschlüsse. Wie man sieht, wiederholen sich somit bei Friedland dieselben Verhältnisse, wie ich sie in meiner anfangs zitierten Arbeit auch von den übrigen erloschenen Vulkanen des Niederen Gesenkes bereits beschrieben habe.

Herr Procházka hat auch den präbasaltischen Ton vom Hirtengarten freundlichst untersucht und mir über seine Natur folgendes mitgeteilt:

»Der Ton vom Hirtengarten zerfließt schnell im Wasser, klebt an der Zunge, braust nicht in Salzsäure. Sein Schlämmrückstand besteht aus einem überaus feinen Sand, der vorwiegend aus Quarz- und Feldspatkörnern, Glimmer- und Chloritblättchen und anderen Mineralien der krystallinischen Gesteine zusammengesetzt ist. Der allgemeine Charakter ist sehr ähnlich jenem der Schlämmrückstände von miocänen Tonen und Mergeln aus den archäischen Gebieten im westlichen Mähren. Diese Übereinstimmung hat mich dazu bewogen, auch im Schlämmrückstand des Tones vom Hirtengarten nach einer miocänen Mikrofauna zu suchen, allein vergebens. Alle diese Umstände führen mich zu der Ansicht, daß der Ton vom Hirtengarten einen umgesetzten miocänen Ton vorstellt, dessen seinerzeitige Mikrofauna während des Transportes von der ursprünglichen auf die jetzige Lagerstätte wahrscheinlich durch Auflösung in kohlensäurehältigem Wasser vernichtet worden ist.«

Dieser bereits umgeschwemmte, also auf sekundärer Lagerstätte befindliche miocäne Ton liegt hier in einer Seehöhe von 560 bis 580 *m*, um 20 bis 40 *m* höher als das primäre Tegeldepot in Freudenthal.

Daraus resultiert, daß zur Zeit der Basalteruptionen in den Sudeten die miocäne Decke über dem aus Kulmgesteinen bestehenden Grundgebirge bereits zum Teile denudiert war und der umgeschwemmte tertiäre Ton sich neuerlich abgesetzt hatte. Der miocäne Tegel in Freudenthal war daher zur Zeit der dortigen Basalteruptionen nur ein Denudationsrelikt einer

ehemals ausgedehnteren Miocändecke im Niederen Gesenke. Jetzt erklären wir uns auch, warum zur Bildungszeit des Köhlerbergvulkans auf der Anhöhe, der dieser Vulkan aufsitzt, der miocäne Tegel abgetragen war.

Das Vorkommen von umgeschwemmtem miocänem Ton im Liegenden des Basaltes im Hirtengarten beweist, daß die dortigen Basalteruptionen in der postmiocänen Zeit begonnen haben. Daß ferner seit der Ablagerung des miocänen Tegels eine geraume Zeit verflossen war, bevor die eruptive Tätigkeit in diesem Gebiet begann, beweist der Umstand, daß der mit dem präbasaltischen Schotter vom Köhlerberg, vom Venusberg, vom Großen und vom Kleinen Raudenberg und vom Rotenberg übereinstimmende präbasaltische Quarzschotter im Hirtengarten unter dem umgeschwemmten Tone liegt. Die Übereinstimmung dieser Quarzschotter mit den postglazialen Schottern des Gebietes würde, wie ich bereits andernorts hervorgehoben habe,[1] dafür sprechen, daß die eruptive Tätigkeit in der Umgebung von Freudenthal erst im jüngeren Diluvium stattgefunden hat. Die Eruptionen des Hirtengartenvulkans dürften sich nach dem oben Gesagten in der Zeitperiode zwischen der Bildung der Hoch- und der Niederterrasse abgespielt haben. Ob auch die präbasaltischen Schotter der übrigen oben erwähnten Vulkanberge des Niederen Gesenkes das Alter der Hochterrasse besitzen, wird erst eruiert werden müssen.

Der präbasaltische Ton vom Hirtengarten erinnert in seinem Aussehen lebhaft an den präbasaltischen Ton des Venusberges, den ich in meiner vorjährigen, oben zitierten Arbeit erwähnte. Herr Procházka untersuchte auch diesen präbasaltischen Ton und teilte mir über seine Beschaffenheit folgendes mit:

»Die dunkelbraunen Stücke des präbasaltischen Tones aus dem Nather'schen Bruch am Fuße des Venusberges zerfließen im Wasser nur sehr langsam. Der Schlämmrückstand besitzt verschiedenes Korn, er ist vorwiegend aus Quarz- und Feldspatfragmenten, Glimmer- und Chloritblättchen zusammengesetzt. Man kann darin auch Phyllitfragmente unterscheiden.

[1] Siehe meine bereits zitierte Arbeit, p. 1817.

Dieser Detritus rührt, wie man deutlich erkennen kann, von krystallinischen Schiefergesteinen, auch von Graniten her. Der Schlämmrückstand enthält keine Fossilien.

Die gelblichen Stücke des Tones aus demselben Bruche lieferten einen feinkörnigeren Schlämmrückstand als die vorigen. In dieser Hinsicht sowie in petrographischer Beziehung erinnert der Schlämmrückstand dieser Tonstücke an jenen des Tones vom Hirtengarten (siehe seine Beschreibung oben). Der Schlämmrückstand dieser gelblichen Stücke zeigte ebenfalls keine Spur von Fossilien.«

Nachdem also umgeschwemmter miocäner Ton die Unterlage des Venusbergstromes bildet, ist das postmiocäne Alter auch für diesen Vulkan sichergestellt.

Die beiden Vorkommen von umgeschwemmtem miocänem Ton in einer Seehöhe von zirka 530 *m* (Nather's Bruch am Fuße des Venusberges) bis 580 *m* (Hirtengarten) sprechen dafür, daß die miocänen Ablagerungen im Niederen Gesenke ehemals viel weiter und in viel höheren Lagen verbreitet waren, als sie es heutzutage sind und daß sie in der präbasaltischen Periode einer bedeutenden Denudation ausgesetzt waren. Die miocänen Vorkommnisse in Wigstadtl (480 *m*) und in Freudenthal (540 *m*) — jenseits der großen europäischen Wasserscheide — stellen nur Denudationsrelikte einer ehemals viel ausgedehnteren sudetischen Miocändecke dar.

Es wird nun nach Konstatierung des miocänen Tegels in Freudenthal neuerdings die Frage akut: wenn in den Sudeten miocäne Ablagerungen heutzutage noch in einer Seehöhe von 540 *m*, ja umgeschwemmt sogar über 580 *m* vorkommen, wieso kommt es, daß die miocäne Transgression, abgesehen von den Ausnahmen bei Wildenschwert-Böhmisch Trübau, bei Borač, bei Králic etc. an der Grenze zwischen den Sudeten und dem böhmischen Massiv haltmachte und das miocäne Meer, nachdem es bei Abtsdorf und südlich von Kriegsdorf die große europäische Wasserscheide übergoß, das böhmische Massiv nicht überflutet hat? Wenn ich bedenke, daß der miocäne Tegel nach Tietze[1] bei Olmütz in einer Seehöhe von zirka

[1] Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt 1901, Bd. 51, p. 701.

200 *m* liegt, andrerseits aber dieselbe Ablagerung bei Lažánek in einer Seehöhe von 470 *m*, bei Jedovnitz in einer Höhe von 460 *m*, bei Borač in einer Höhe von 340 *m*, bei Králic in einer Höhe von 420 *m*, bei Wigstadtl in einer Höhe von 480 *m* und bei Freudenthal sogar von 540 *m* sich vorfindet, so gelange ich zu der Meinung, daß zur miocänen Zeit die sudetische Scholle wenigstens zum Teile tiefer lag als heute, mit anderen Worten, daß man »posttertiäre Niveauverschiebungen gewisser Landstrecken« [1] doch in Erwägung ziehen muß.

Würde man postmiocäne Hebungen im Gebiet der Sudetenscholle a priori ausschließen, müßte man mit Rücksicht auf die Höhenlage der Miocänvorkommnisse bei Wigstadtl, Freudenthal, Jedovnitz, Lažánek, Králic, Borač etc., die gewiß keine Seichtwasserbildungen vorstellen, wenigstens eine partielle postmiocäne Senkung der böhmischen Masse in Betracht ziehen, weil man es sonst nicht erklären könnte, warum das böhmische Massiv von der miocänen Transgression frei geblieben ist.[2]

In meinem Bericht über das sekundäre Basaltvorkommen am Jaklowetzberg bei Mährisch Ostrau [3] habe ich darauf hingewiesen, daß wir in den Sudeten zwei verschiedene Eruptivgebiete unterscheiden müssen.

1. In den zentralen Teilen der Sudeten kommen durchwegs echte erloschene Vulkane vor, mit bis 5 *km* langen, aus mehreren deckenartig übereinander liegenden Ergüssen zusammengesetzten Basaltströmen (»Eisenstein«- und »Sonnenbrand«-Ergüsse) und Tuffkegeln, eventuell mit ihren Denudationsresten: der Köhlerberg, der Hirtengarten, der Venusberg, der Große und Kleine Raudenberg und der Rotenberg. Diese Basaltvorkommen sind sämtlich quartären Alters.

---

[1] Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt 1901, Bd. 51, p. 704, Bemerkung [1].

[2] Die Annahme eines postmiocänen Alters des engen Adlertales zwischen Wildenschwert und Brandeis a. Adler allein (Tietze, l. c., p. 703) genügt meiner Ansicht nach nicht, dieses Phänomen zu erklären.

[3] O původu čedičových koulí na Jaklovci u Moravské Ostravy (Über den Ursprung der Basaltkugeln am Jaklowetz bei Mährisch Ostrau). Mitteilungen der Kommission zur naturwiss. Durchforschung Mährens. Geologisch-paläontologische Abt., Nr. 8, 1908, p. 12.

2. Vom nordwestlichen Außenrande der Sudeten kennen wir dagegen keine Vulkane oder deren Reste. Die Basalte treten in dieser Zone in Form von Gängen, Intrusivmassen oder Masseneruptionen im Sinne Reyer's auf. Es sind dies: die Basalte von Ostrau, zwei Vorkommen zwischen Budischowitz und Wüstpohlom, die Kamenná hora bei Ottendorf, die Horka bei Lodnitz, die Vorkommen bei Komeise, Schönwiese und Olbersdorf.[1] Diese Basalteruptionen haben dagegen in der tertiären Zeit stattgefunden, ja sie sind vielleicht durchwegs vormiocänen Alters. Sehr charakteristisch für diese Vorkommen ist der Umstand, daß die größeren anstehenden Basaltmassen stets von einem Mantel von »Blockablagerungen« umhüllt sind; Basaltkugeln und Blöcke sind entweder in miocänen Sedimenten, wie am Jaklowetz bei Ostrau oder in diluvialen eingeschlossen wie auf der Kamenná hora, auf der Horka, bei Komeise, Schönwiese und vielleicht auch bei Budischowitz. Derartige Blockablagerungen finden sich an keinem der erloschenen Vulkane in den zentralen Sudeten vor.

Während die Basalte in der Sudetenscholle selbst vorwiegend basischer Natur sind, nämlich Nephelinbasalte mit häufiger »Sonnenbrand«-Struktur, gehören die Basalte der sudetischen Außenzone vorherrschend zu den sauren Feldspatbasalten.

---

[1] Bei Olbersdorf kommt ein Intrusivgang in dem dortigen Kulm vor. Ich werde dieses neue Basaltvorkommen demnächst andernorts beschreiben.

Die Diagnosen der von Dionysius Stur in der obertriadischen Flora der Lunzerschichten als Marattiaceenarten unterschiedenen Farne

von

Dr. **Fridolin Krasser**,

a. o. Professor der Botanik an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1909.)

Vor nunmehr nicht weniger als 37 Jahren hat Stur zum ersten Male (1871!) ein Namensverzeichnis von Arten der Lunzer Flora publiziert;[1] diesem folgten erst 1885 und 1888 die Abhandlungen: 1. »Die obertriadische Flora der Lunzer Schichten und des bituminösen Schiefers von Raibl«.[2] 2. »Die Lunzer (Lettenkohlen-) Flora in den ‚older Mesozoic beds of the Coal-Field of Eastern Virginia'«.[3]

Indes auch diese Abhandlungen enthalten keine Diagnosen der zahlreichen — wie ich sofort bemerken will — mit vollem Rechte von Stur unterschiedenen Arten, lediglich in der letztgenannten finden sich wenigstens einige Bemerkungen über einzelne Arten, die freilich auch nur dem engsten Kreise der Fachleute etwas sagen.

In verschiedenen Museen des In- und Auslandes findet man Lunzer Pflanzen mit den von Stur herrührenden Artnamen versehen,[4] die auch sonst in der Literatur hie und da

---

[1] Stur D., Geologie der Steiermark. Graz 1871, p. 250.

[2] Stur D., Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXI, I. Abt., Märzheft 1885.

[3] Stur D., Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1888, Nr. 10.

[4] Die Stur'schen Artbezeichnungen in den verschiedenen Sammlungen von Lunzer Pflanzen im In- und Auslande gehen auf den um die Aufschließung der pflanzenführenden Schichten durch bergmännischen Abbau besonders von

auftauchen (Potonié, Nathorst, Halle, Zeiller), wenn zufällig eine Lunzer Art den betreffenden Autoren in die Hände kam. Lediglich dem Umstande, daß die zeitraubende und mühselige Arbeit des Phytopaläontologen (Paläobotanikers) innerhalb der in Rede stehenden Zeit leider von sehr wenigen Botanikern betrieben wurde, ist es zuzuschreiben, daß noch heute die Stur'schen Artbezeichnungen zum allergrößten Teile festgehalten werden können, wenn die betreffenden Artdiagnosen gegeben werden.

Stur selbst hat eine Reihe von Diagnosen zu Arten der Lunzer Flora hinterlassen, die im folgenden mit den nötigen kritischen Bemerkungen versehen, auf ihre Haltbarkeit auf Grund eingehenden Studiums der einschlägigen Literatur und der in der phytopaläontologischen Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien befindlichen Originalien geprüft, der Öffentlichkeit übergeben werden sollen.

Die von Stur hinterlassenen Aufzeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Oberbergrates Dr. Teller, dessen Fürsorge die Erhaltung derselben zu danken ist. Ich empfinde es als angenehme Pflicht, Herrn Oberbergrat Dr. Teller sowie Herrn Hofrat Dr. Tietze, Herrn Bergrat Dr. Dreger und Allen, die mir im verflossenen Sommer das zusammenhängende Studium der Lunzer Flora im Museum der k. k. geologischen Reichsanstalt ermöglichten, auf das Verbindlichste zu danken.

Seit vielen Jahren bin ich bemüht, das Material für eine Bearbeitung der wichtigsten fossilen Floren des Mesozoicums von Österreich zu sichten und ich habe bei diesen vergleichenden Untersuchungen speziell auch eine im Joanneum zu Graz aufbewahrte Sammlung von Lunzer Pflanzen aus dem Rohmaterial, das aus Ettingshausen's Nachlaß stammte, präpariert

---

Pramelreuth bei Lunz sehr verdienten Herrn Haberfelner in Lunz zurück, der die von ihm verkauften Kollektionen, die die Ergebnisse seines Bergbaues bildeten, mit den Stur'schen Artnamen versehen konnte, da ihm die Stur'schen Arten sowohl durch Belegstücke in seiner eigenen Sammlung geläufig waren, als auch durch sein reges Interesse für die Auffindung bestimmter Erhaltungszustände und neuer Formen seine Verbindung mit Stur bis zu des letzteren Ableben andauerte.

und bestimmt, um allein gestützt auf die in der phytopaläontologischen Literatur beschriebenen und abgebildeten Arten, ein selbständiges Urteil über die Zusammensetzung der Lunzer Flora zu gewinnen, und damit auch einen Maßstab zur Beurteilung des wissenschaftlichen Wertes der von Stur publizierten Enumeratio von 1885. Ich möchte daher die vorliegende Arbeit einmal aufgefaßt wissen als einen Akt der Pietät gegen Dionysius Stur, zum anderen aber auch als eine der Vorarbeiten zu einer umfassenden Monographie der Lunzer Flora, eines der reichhaltigsten und in trefflichem Erhaltungszustande auf uns gekommenen Naturdenkmales der oberen Trias.

Bezüglich des genaueren geologischen Alters der Lunzer Flora möchte ich an dieser Stelle nur darauf hinweisen, daß Sandberger, Stur und Bittner die pflanzenführenden Schiefertone und Sandsteine von Lunz in Niederösterreich für gleichzeitige Bildungen der außeralpinen Lettenkohle hielten, zumal sie als ein besonders typisches Vorkommen der letzteren die Schichten von Neuewelt bei Basel ansahen, mit deren Flora unzweifelhaft die Lunzer Flora die größte Übereinstimmung zeigt.

Diese Tatsache ist unleugbar und läßt sich auch bei Vergleich der Leuthardt'schen Neubearbeitung der fossilen Flora von Neuewelt[1] noch schärfer konstatieren. Nun hat sich aber herausgestellt, daß die Schichten von Neuewelt gar nicht Lettenkohlen-, sondern Schilfsandsteinalter haben, so daß man wohl der Meinung Benecke's beitreten muß, der schon 1898[2] darauf hinwies, daß die Lunzer Schichten im Vergleich zu außeralpinen Bildungen nicht notwendig der Lettenkohle entsprechen müßten, sondern ebensogut einem höheren Keuperhorizont im Alter gleichstehen könnten, und der nun[3] die

---

[1] Leuthardt F., Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. Abhandl. d. Schweizer paläont. Gesellsch. Vol. XXX, 1903 (Phanerogamen), Vol. XXXI, 1904 (Kryptogamen). Zürich.

[2] Benecke E. W., Lettenkohlengruppe und Lunzer Schichten. Ber. der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. X, 2, 1898.

[3] Benecke E W., Die Stellung der pflanzenführenden Schichten von Neuewelt bei Basel. Centralbl. für Min., Geol. und Pal. 1906, Nr. 1.

Lunzer Schichten in das Niveau des Gipskeupers und des Schilfsandsteines über die Lettenkohlengruppe rückt.

Das geologische Alter der fossilen Flora der »older Mesozoic beds« der Kohlenfelder von Virginien und Nordcarolina braucht hier nicht weiter diskutiert zu werden. Es genügt auf die ausführliche Behandlung dieser Frage durch Lester F. Ward in dessen, in der vorliegenden Abhandlung mehrmals zu zitierenden Arbeit: The status of the Mesozoic Floras of the United States, I. Washington 1900 hinzuweisen und nur zu konstatieren, daß die fraglichen pflanzenführenden Schichten, die früher gewöhnlich für nicht älter als Rhät gehalten wurden, gegenwärtig als der oberen Trias angehörig angesehen werden.

So haben wir denn im Gebiete der alpinen Trias in der fossilen Flora der Lunzer Schichten die mächtigste triassische Landflora Europas vor uns, die im Zusammenhang mit der nordamerikanischen Triasflora uns wichtige Aufschlüsse über die Entwicklung der Rhät- und Juraflora überhaupt bietet.

Die Abhandlung sei folgendermaßen gegliedert.

I. Enumeratio specierum.
II. Diagnoses et adnotationes.
III. Systema et nomenclatura correcta Marattiacearum Lunzensium.

I. Enumeratio specierum.

1885 gab Stur[1] für »die obertriadische Flora der Lunzer Schichten nach dem Stande im Jahre 1885« die im nachstehenden reproduzierte Übersicht über die von ihm zu den Marattiaceen gestellten Farne der Lunzer Flora.

Ordo: **Marattiaceae.**

Subordo: **Senftenbergieae.**

Genus: **Coniopteris** Brongn.

1. *Coniopteris lunzensis* Stur.

[1] D. Stur, Die obertriadische Flora der Lunzer Schichten etc. Sitzungsb. der math.-naturw. Kl., Bd. CXI, 1885, Märzheft, p. 96/97. In der Folge als Stur I zitiert.

Subordo: **Acrostichiformes.**

Genus: **Speirocarpus** Stur.

2. *Sp. pusillus* Stur.
3. *Sp. Haberfelneri* Stur
4. *Sp. neuberi* Stur.
5. *Sp. auriculatus* Stur.
6. *Sp. lunzensis* Stur.
7. *Sp. dentiger* Stur.

Subordo: **Hawleae.**

Genus: **Oligocarpia** Goepp.

8. *O. lunzensis* Stur.
9. *O. robustior* Stur.

Genus: **Asterotheca** Presl.

10. *A. lacera* Stur.
11. *A. intermedia* Stur.
12. *A. Meriani* Brgn. sp.

Subordo: **Diplaziteae.**

Genus: **Bernoullia** Heer.

13. *B. lunzensis* Stur.

Subordo: **Daneae.**

Genus: **Danaeopsis** Heer.

14. *D. lunzensis* Stur.
15. *D. marantacea* Presl sp.

Subordo: **Taeniopterideae.**

Genus: **Taeniopteris** Brongn.

a) Taeniopterides verae.

16. *T. simplex* Stur.
17. *T. parvula* Stur.
18. *T. angustior* Stur.
19. *T. latior* Stur.

b) Taeniopterides pterophylliformes.

20. *T. Haidingeri* Goepp. mnsc. nec. Ett.
21. *T. lunzensis* Stur.

Die in dieser Liste gebrauchte Nomenklatur bedarf indes bei einigen Arten einer Änderung nach dem Prioritätsgesetze, da seither einzelne Arten von anderen Fundorten beschrieben wurden[1] und einige bei näherer Kenntnis des Materiales sich als unnötig erwiesen haben. Stur[2] selbst hat in beiden Belangen in der hier in Betracht kommenden Abhandlung vom Jahre 1888 bereits einige wichtige Einzelheiten mitgeteilt. Es sind folgende:

Speirocarpus Haberfelneri Stur. ist synonym mit *Lonchopteris virginiensis* Font.

Speirocarpus lunzensis Stur mit *Acrostichides rhombifolius* Font., *Oligocarpia robustior* Stur mit *Mertensides bullatus* Bunb. sp., *Oligocarpia lunzensis* Stur mit *Mertensides distans* Font., *Danaeopsis lunzensis* Stur 1885 = *Heeria lunzensis* Stur 1888 mit *Pseudodanaeopsis reticulata* Font. *Asterotheca lacera* Stur ist die Blattspitze von *Asterotheca Meriani* Brongn. sp., während als *A. intermedia* Stur die mittleren Teile des Blattes dieser Art bezeichnet wurden. Aus den Ausführungen von Stur ist auch zu entnehmen, daß *Asterocarpus virginiensis* Font. samt *A. platyrrhachis* Font. und *A. penticarpus* Font. der *Asterotheca Meriani* Brongn. sp. entsprechen, und zwar ist *Asterocarpus penticarpus* Font. synonym mit *Asterotheca lacera* Stur, während *Asterotheca platyrrhachis* Font. einen besonderen Erhaltungszustand der *Asterotheca Meriani* Brongn. sp. in dünnschichtigem, kohligem Schieferthon darstellt. Die Pflanze zeigt da »von unten gesehen und fest komprimiert, breitere und flachere Blattstiele«.

Aus den Abhandlungen von Atrens Wanner und William M. Fontaine: »Triassic Flora of York County, Pennsylvania«

[1] W. M. Fontaine, Contributions to the knowledge of the older Mesozoic Flora of Virginia. U. S. G. S. Monograph's VI, Washington 1883. — L. F. Ward, The status of the Mesozoic Floras of the Unit. States I, U. S. G. S. Twentieth Annual Report 1898—1899, Part. II, Washington 1900. — F. Leuthardt, Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel (Kryptogamen). Abhandl. der Schweiz. paläont. Gesellsch., Vol. XXXI. Zürich 1904.

[2] D. Stur, Die Lunzer- (Lettenkohlen-) Flora in den »older Mesozoic beds of the Coal-Field of Eastern Virginia«. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1888, Nr. 10 (31. Juli 1888). — In der Folge als Stur II zitiert.

und von W. M. Fontaine: »Notes on fossil plants collected by Dr. Ebenezer Emmons from the older mesozoic rocks of North Carolina« in Lester F. Ward: »Status of the mesozoic floras of the United« States First Pap'er: »The older Mesozoic«[1] ersehen wir (l. c. p. 237 und 282/283), daß *Asterocarpus virginiensis* Font. (1883) mit *Pecopteris falcatus* Emmons: Geolog. Report of the Midland Counties of North Carolina (1836), p. 327, Taf. IV, Fig. 9, zusammenfällt und nach dieser Feststellung durch Fontaine, der auch die Originale von Emmons verglich, als *Asterocarpus falcatus* (Emmons) Font. zu bezeichnen wäre. Es ist jedoch ein Synonym von *Asterotheca Meriani* (Brongn.) Stur. Für *Pseudodanaeopsis reticulata* Font. hat Fontaine l. c. p. 238 und 284/285 den Prioritätsnamen *Pseudodanaeopsis plana* (Emmons) Font. wegen *Stangerites plana* Emmons 1857 nachgewiesen. *Acrostichides rhombifolius* Font. muß nach p. 287/288 auf Grund von Belegstücken der Sammlung Emmons in *A. tenuifolius* (Emmons) Font. geändert werden wegen *Odontopteris tenuifolius* Emmons 1857.

Es ergeben sich demnach für die zu Anfang dieses Abschnittes nach Stur 1885 mitgeteilte *Enumeratio Marattiacearum lunzensium* folgende nomenklatorische Änderungen.

2. *Speirocarpus virginiensis* (Font.) Stur statt *Speirocarpus Haberfelneri* Stur.

6. *Speirocarpus tenuifolius* (Emmons) Krasser statt *Speirocarpus lunzensis* Stur.

8. *Oligocarpia distans* (Font.) Stur statt *Oligocarpia lunzensis* Stur.

9. *Oligocarpia bullatus* (Bunb.) Stur[2] statt *Oligocarpia robustior* Stur.

---

[1] Twentieth Annual Report of the United States Geological surwey Part. II, p. 211 squ.

[2] Ward, l. c. p. 263, meint *Mertensides* Font. müsse für die Lunzer Pflanze als Gattungsname Geltung haben. Er übersieht dabei, daß *Oligocarpia* Goepp. eine Gattung ist, die schon viel früher (1836) als *Mertensides* Font. (1883) aufgestellt wurde und überdies zu jenen Gattungen gehört, von denen D. H. Scott, Studies in fossil Botany (London 1900), p. 252 sagt: These genera are founded solely on the fructification, and are thus likely to represent more natural groups than those based on the form and venetion of the frond«.

10. und 11. entfallen.

12. *Asterotheca Meriani* (Brongn.) Stur. (Syn.: *Asterocarpus falcatus* [Emmons] Font.)

14. *Pseudodanaeopsis plana* (Emmons) Font. statt *Danaeopsis (Heeria) lunzensis* Stur.

Zu der eben mitgeteilten Liste der durch Fontaine's Arbeiten notwendig gewordenen nomenklatorischen Änderungen im Stur'schen Conspectus der Marattiaceen von 1885, muß an dieser Stelle nochmals ausdrücklich hervorgehoben werden, daß er keinerlei Diagnosen, sondern, wenn wir von »*Danaeopsis marantacea* Presl. sp.« absehen, ausschließlich *nomina nuda* als Artnamen enthält. Auch unter den Gattungsnamen ist ein Nomen nudum, nämlich *Speirocarpus*. Es muß uns daher einigermaßen wundern, wenn wir auch in der Publikation Stur's von 1888 keine Diagnose von *Speirocarpus* vorfinden und die Tendenz wahrnehmen, Fontaine'sche Arten der Triasflora von Virginien als Synonyme von Lunzer unbeschriebenen Arten zu behandeln. Dies läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß Stur die von ihm unterschiedenen Arten der Lunzer Flora gewissermaßen dadurch als publiziert betrachtete, daß er im Museum der k. k. geologischen Reichsanstalt schon seit Jahren eine etikettierte Sammlung zur Schau gestellt hatte. Das wissenschaftliche Ergebnis der Stur'schen Arbeit von 1888 ist zweifelsohne die Feststellung der Identität von Arten der Triasflora von Lunz und Virginien. Dadurch erscheint es gerechtfertigt, daß ich Stur bei den Namensänderungen, die dadurch bedingt sind, als Autor zitiere. Dieser Vorgang dürfte um so gerechtfertigter sein, als sich in der in Rede stehenden Arbeit, l. c. p. 210, ein »Verzeichnis der fossilen Pflanzenarten aus Cloven Hill, die mir von Prof. Fontaine in natura zugesendet wurden und deren Synonymie« vorfindet. Die Fontaine'sche Nomenklatur steht da bei der Gegenüberstellung von Cloven Hill und Lunz an erster Stelle. Das kann man als eine implicite enthaltene Anerkennung der Priorität der Fontaine'schen Artbezeichnung deuten, die übrigens in den in diesem Abschnitt erörterten Fällen zweifellos ist. Somit schreibe ich z. B. *Oligocarpia distans* (Font.) Stur usw.

II. Diagnoses et adnotationes.

Marattiaceae.

Subordo: **Senftenbergieae** Stur.

Stur, Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne. Diese Sitzungsberichte, LXXXVIII. Bd., Abt. I (1883), p. 659:

Sporangia libera, rima lineari dehiscentia, solitaria, aut bina vel terna et numerosiora, conglobata, nervo fertili intra apicem ejusdem, intraque marginem laminae, imposita.

Genus: **Coniopteris** Brongn., Schenk emend.

Brongniart A., Tableau des genres des végétaux fossiles. Paris 1849, p. 26. — Schenk A., Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867, p. 36.

Nach Stur mnscr. besteht die Fruktifikation der *Coniopteris* vermutlich aus einzeln gestellten, großen Sporangien von der Gestalt des *Senftenbergia*-Sporangiums, das aber mit breiter Basis auf dem Nerven saß. Demgemäß betrachtet Stur *Coniopteris* als Marattiaceengattung. Stur deutet die Darstellung Schenk's (l. c., p. 37) um. Beweismaterial fehlt vorläufig.

C. lunzensis Stur n. sp.

C. lunzensis Stur, I (1885), p. 97, nomen solum!

Folia sterilia mediocris magnitudinis, rhachi principali 1·5 *mm* lata praedita, basi brevius in apice longius attenuata, ambitu lanceolata; segmenta primaria media maxima, circiter 5 *cm* longa et 1·5 *cm* lata, lanceolata, apicem versus longe attenuata, rhachi 1 *mm* lata praedita, bipinnatifida, apicem et basin folii versus sensim diminuta; segmenta secundaria medietati folii profunde lobata, lobis usque 6 *mm* longis et usque 1·3 *mm* latis, vix dentatis 3—5 jugis; versus basin et apicem folii diminuta, vix lobata, plerumque dentata, licet latere anadromo plures, usque 5 et majores serraturas gerentia, latere catadromo plerumque uno alterove denticulo ad apicem praedita, in postica parte integra; nervatio plerumque obsoleta; nervus medianus secundarius pinnatus, laterales apicales simplices, inferiores furcati, erecti, dentes vel lobos et horum denticulos petentes; fructificatio ignota.

Da bislang von *C. lunzensis* Stur Beschaffenheit und Stellung der Sporangien nicht bekannt sind, so sollte *Coniopteris* mit Rücksicht auf den Umstand, daß die von Stur für die rhätische Art *C. Braunii* Brongn. angenommene Sporangienform streng genommen nicht nachgewiesen ist, als Farngattung incertae sedis angesehen werden.

Speirocarpus dentiger Stur der Liste von 1885 muß, wie der Vergleich der Originale lehrt und wie es Stur selbst mnscr. tut, zu *C. lunzensis* Stur eingezogen werden.

Subordo: **Acrostichiformes** Stur, I, p. 97.

Genus: **Speirocarpus** Stur n. gen.

Stur, I (1885), p. 97, nomen solum!

Sporangia modo *Senftenbergiae* globosa ellipsoidea vel globoso-ellipsoidea pyriformia, annulo rudimentali apicali instructa, l. tota superficie reticulato-foveolata apice impresso ubi foramen exonerationem spororum facilitans situm esse suspicor; fructificatio totam inferiorem paginam vel centralem tantum ejus partem occupat modo Acrostichacearum; nervatio modo Osmundae.

1. **Sp. virginiensis** (Font.) Stur.

1883 *Lonchopteris virginiensis* Font., Older Mesoz. Flor. of Virginia, p. 53, tab. XXVIII, fig. 1, 2; tab. XXIX, fig. 1—4.
1885 *Sp. Haberfelneri* Stur, I, p. 97.
1888 — Stur, II, p. 210.
1904 *Pecopteris (Lonchopteris) reticulata* Leuthardt, Keuperflora von Neuewelt bei Basel (Kryptogamen), p. 37, tab. XVIII, fig. 2, 2*a*.

Folia circiter metrum longa et basi circiter 35 *cm* lata, lineari-lanceolata, apice attenuata et acuminata; rhachis principalis usque 50 *cm* longa et 8 *mm* lata, pagina superiore obsolete striata, in pagina aversa cicatriculis numerosis basi majoribus, apice minoribus densioribusque trichomatorum obtecta; raches primariae in infima nota parte folii 3 *mm* latae et usque 16 *cm* longae, intervallis 3·5 *cm* distantes, apicem folii versus sensim approximatae et breviora superne glabrae, in aversa parte vero trichomatibus conicis brevibus et curvatis dense obtectae, in eorum apice in medianum primarium

exeuntes; segmenta primaria basi lineari lanceolata, superius attenuata et apice acuminata, pinnatisecta, alterna, basalia arcuata et patentia, ad apicem folii erectiora atque pinnato emarginata vel supremo integra et basi sessilia adnataque; segmenta secundaria oblongo ovalia basalia apice rotundata, superiora in apicem attenuata, basi lata adnata et inter se ima basali parte confluentia, l. sinu angusto supra rhachin primariam desinente interrupta; segmentum secundarium basale catadromum subsequentibus simile, vix magnitudine differt; nervatio in sterili lamina valde eleganter conservata, in fertili lamina fructificatione obtecta et plus minus deleta, nervo secundario mediano semper visibili, valde peculiaris reticulataque; nervus secundarius medianus semper conspicuus fortis, erectus pinnatusque, emittit nervos tertiarios brevissimos l. praecocites furcatos, et ex furcaturis suis nervulos laterales geniculatos, sympodialiter sibi superpositos, et ex geniculationibus nervulos transversales, maculas circumeludentes, gignentes; maculae nervationis triplicis magnitudinis, longissimae cum nervo mediano primario parallelae, mediae utroque laterae nervum medianum secundarium comitantes, minimae superficiem laminae restantem occupantes; fructificatio totam laminae aliquantulum fructificationi contractam aversam paginam occupans; sporangia globoso-ellipsoidea circiter 0·25 *mm* diametro metientia, annulo rudimentali apicali instructa l. tota superficie reticulato-foveolata, matura apice impresso ubi probabiliter foramen, ex ornerationem sporangiorum facilitans, situm esse suspicor in nervuli et lamina inserta, dense collocata numerosa.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten; Schweiz: Neuewelt bei Basel; Nordamerika: Virginien.

Die Diagnose beruht auf dem reichlichen Material aus dem Hangenden des Barbaraflözes im Pramelreuth bei Lunz, das von Haberfelner gesammelt wurde.

2. **Sp. Neuberi** Stur n. sp.

1885 Stur, I, p. 97, nomen solum!

Folia ultra metrum longa, et ultra 60 *cm* lata, ambitu lineari-lanceolata; rhachis principalis in medietate folii

circiter 8 *mm* lata, longitudinaliter striata; rhaches primariae in medietate folii intervallis 2·0 *cm*, superius vero intervallis 2·5 *cm* distantes, basi circiter 3 *cm* latae et probabiliter usque 30 *cm* longae ad apicem in medianum primarium exeuntes; segmenta primaria lineari acuminata, pinnatisecta, alterna, arcuata et patentia ad apicem folii erectiora; segmenta secundaria triangulari-ovalia, apice acuminata, lata obliquaque basi adnata, et inter se ima basali parte confluentia, l. sinu angustissimo, supra rhachin primariam finito, interrupta, catadroma margine convexiore, anadromoque concavo apicem spectantia, et semel fere imbricate tegentia; segmentum secundarium basale-catadromum superioribus minus vel iis adaequatum, ovatum, penes insertiones rhachis primariae situm; nervatio in utraque pagina vix conspicua; nervus medianus secundarius debilis et pinnatus, nervulos laterales et quidem supremum simplicem, secundum longifurcatum, medios triplici dichotomia in 8 nervulos divisos, basalesque bis vel semel furcatos vel simplices, erectos et radiantes l. rarius arcuatos, etquidem catadromos concavitate, anadromos convexitate medianum spectantes, ferens, fructificatio ignota.

3. **Sp. auriculatus** Stur n. sp.

1885 Stur, I, p. 97, nomen solum!

Folia fere gigantea basi circiter 40 *cm*, infra apicem adhuc 24 *cm* lata, ambitu lineari-lanceolata; rhachis principalis basi 1·5 *cm* lata apicem versus sensim attenuata, longitudinaliter striolata; rhaches primariae ad basin folii intervalis 3·5 *cm* distantes, apicem versus sensim approximatae, basales 1·2 *mm* latae et usque 24 *cm* longae, superiores debiliores infra apicem folii adhuc 12·11 *cm* longae, sensim diminutae, ad apicem in medianum primarium spectabilem exeuntes; segmenta primaria lineari-acuminata, pinnatisecta, apice pinnatifida, alterna, basalia arcuata et patea, superiora sub angulis 70—75 graduum erecta; segmenta secundaria ovalia, basi aliquantulum angustiore adnata et inter se basali sua parte confluentia, in medietate longitudinis latiora, ideoque semel invicem, vix imbricate tegentia; segmentum secun-

darium basale catadromum superiores magnitudine longe superans, figuraque sua peculiaris; est enim segmentum hoc 1·5 *cm* longum in duos inaequales lobos, sinu plus minus alto et lato divisum, quorum externus rotundatus et usque 1 *cm* latus, rarius margine sinuosus, plerumque integer, internus vero oblongus vel lanceolatus, vix ultra 4 *mm* latus, rhachin primariam spectat; nervationem sterilis folii in superiore pagina vix conspicuam, in aversa pagina melius expressam videbis, in fertili folio est eadem in aversa pagina plerumque totaliter fructificatione texta; nervus medianus secundarius debilis est et pinnatus, nervulos laterales et quidem supremum simplicem, secundum furcatum, medios bifurcatos basalesque furcatos vel simplices, erectos et curvatos convexitate medianum spectante, radiantes ferens; fructificatio quam huic speciei attribuendam credo, totam inferiorem paginam occupat; sporangia globosa ellipsoidea pyriformia circiter 0·4 *mm* longa, annulo rudimentali apicali instructa l. tota superficie reticulato-foveolata, apice impresso ubi foramen exonerationem spororum facilitans situm esse suspicor, valde compressa ideoque probabiliter tenerrime constructa et numerosa.

4. **Sp. tenuifolius** (Emmons) Krasser.

1857 *Odontopteris tenuifolius* Emmons, Americ. Geology, Pt. VI, p. 105, tab. III, fig. 5.

1883 *Acrostichides rhombifolius* Fontaine, Older Mesozoic Flora of Virginia, Mon. U. S. Geol. Survey, vol. VI, p. 29, 105, tab. VIII, fig. 2, 2*a*, 3, 3*a*, 3*b*; tab. XI, fig. 1, 1*a*, 2, 3; tab. XII, fig. 1, 1*a*, 2; tab. XIII, fig. 1, 1*a*, 2; tab. XIV; tab. XLIX, fig. 7; et var. *rarinervis* Fontaine, l. c., p. 32, tab. XII, fig. 3.

1900 *Acrostichites tenuifolius* (Emmons) Fontaine, Notes on fossil plants collected by Dr. Ebenezer Emmons from the older mesozoic rocks of North Carolina, in L. F. Ward, Status of Mesozoic Floras of U. S., I, XX. ann. Rep., 1898/99, Part II, Washington 1900, p. 287, tab. XXXIX, fig. 4.

1885 *Sp. lunzensis* Stur, I, p. 97, nomen solum!

1888 — Stur, II, p. 210.

Folia fere gigantea 2·5 *m* longa, basi 50 *cm*, in medietate 30 *cm* lata, in apicem sensim attenuata ambitu lanceolato-acu-

minata; rhachis principalis basi 1·5 *cm* lata, sensim apicem versus attenuata, longitudinaliter striolata; rhaches primariae intervallis 1—2 *cm* distantes, basales basi usque 3 *mm* latae, elongatae, sensim angustata, usque 25 *cm*, mediocres 17—18 *cm* longae, apicales sensim breviores, denique vix 2 *cm* metientes et tunc nervum primarium imitantes; segmenta primaria lineari-acuminata, pinnatisecta vel pinnatifida apice pinnatiloba, basi alterna, ad apicem folii plerumque opposita, basalia arcuata, sub angulo 75 graduum patentia, media sub angulis 45 graduum, suprema sub angulis 27 graduum erecta et in apice folii denique in segmenta lanceolata, pinnatifida, circa 2 *cm* longa sensim diminuta; segmenta secundaria ovalia tota basi adnata et inter se confluentia, basalia apice rotundata sinuque rotundato rhachin primariam vix attingente interposito connata, apicalia in apice acuta sinu acuto interposito duabus tertiis partibus longitudinis suae interese connata; segmentum secundarium basale catadromum superioribus minus vel iis adaequatum ovatum penes insertionis rhachis primariae situm vel plane hanc insertionem cum rhachi primaria conjungens; nervatio sterilis folii eleganter conservata, in folii fertilis parte postica plerumque totaliter fructificatione obtecta; nervus medianus secundarius valde debilis pinnatus, nervulos laterales simplices vel furcatos, radiantes emittens; sunt vero adhuc 2—3 nervi laterales rhachi primaria oriundi, quorum ad medianum anadrome et catadrome proximus saepe mediano est fortior et plerumque dichotome divisus quatuor nervulos fert quarti gradus, alii tantum furcati vel simplices; nervuli omnes ad marginem segmentis exeuntes hic confertiores sunt quam in medio segmentis et arcuati concavitate sua medianum spectantes; fructificatio totam inferiorem paginam vel centralem tantum ejus partem occupat, segmentis secundarius apicalibus in apice folii saepe in statu sterili restantibus; sporangia globosa-ellipsoidea circiter 0·4 *mm* longa, annulo rudimentali apicali instructa l. tota superficie reticulato-foveolata, apice impresso ubi probabiliter foramen exonerationem spororum facilitans situm esse suspicor in nervulis inserta, plerumque numerosa.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten; Obere Trias der Vogesen »Grès bigarré de Saint-Germain près Luxeuil«;[1] Nordamerika: Virginien, Nordcarolina.

Die Diagnose wurde von Stur auf das reichliche Material begründet, das von verschiedenen Fundorten aus den Lunzer Schichten vorliegt, insbesondere aus dem Hangenden des Barbaraflözes im Prammelreuth bei Lunz.

Auf *Sp. lunzensis* hat Stur in erster Linie die Gattung *Speirocarpus* begründet. Es fand sich folgende Aufzeichnung hierüber vor: »Als vor Jahren die ersten fertilen Reste dieser Art gesammelt wurden, deren Erhaltung es erlaubte, die Beschaffenheit der Fruktifikation genau zu erkennen, war ich (sc. Stur!) nicht wenig überrascht über die Tatsache, daß diese Art genau so beschaffene Sporangien im fertilen Zustand trage, wie solche zu jener Zeit nur noch an der *Senftenbergia elegans* Corda bekannt geworden waren.

Heute ist es ganz klar, daß *Sp. lunzensis* eine Gattung der Marattiaceen repräsentieren müsse. Diese Gattung besitzt eine *Osmunda*-Nervation; zeigt die Verteilung der Sporangien auf der ganzen Unterfläche des Sekundärabschnittes, wie man es heute nur noch bei Acrostichaceen zu sehen gewohnt ist, und besitzt ein *Senftenbergia*-Sporangium ganz von derselben Gestalt wie die Marattiaceen des Culms und Carbons.«

Außer den Arten, deren Diagnosen hier mitgeteilt wurden, hat Stur, wie die Durchsicht der Originale und handschriftliche Aufzeichnungen lehren, noch einen *Sp. conf. remotus* Presl sp. (= *Neuropteris remota* Presl, ein einziger Abdruck!) festgestellt und außerdem noch das auf einer einzigen Platte vorhandene Bruchstück eines großdimensionierten Primärabschnittes mit ansehnlichen Sekundärabschnitten von veränderlicher Gestalt als *Sp. memorabilis* Stur bezeichnet. In Stur, II, p. 208, heißt es: »Zu *Acrostichides microphyllus* Font. stellt die Lunzer Flora einen *Speirocarpus*, den ich (Stur!) seiner kleinen Abschnitte wegen ebenfalls *microphyllus* genannt habe.«

---

[1] R. Zeiller, Sur la présence dans le grès bigarré des Vosges de l'*Acrostichides rhombifolius* Font. Bull. Soc. géol. de France, 3. Sér., T. XVI (1888).

Er scheint ebenfalls nur in einem Belegexemplar zu existieren. Ich glaube, ein Handstück mit dieser Bezeichnung in Händen gehabt zu haben, konnte es aber nicht mehr wiederfinden unter den Hunderten von Platten.

Aus dem Verzeichnis der *Speirocarpus*-Arten Stur, I, p. 97, muß »*Sp. pusillus* Stur« gelöscht werden, denn nach Stur's eigenhändigem Vermerk gilt: »*Oligocarpia lunzensis*. Apex folii male conservatus: *Sp. pusillus* Stur olim!«, das heißt also, *S. pusillus* Stur, I, p. 97, stellt den Abdruck schlecht erhaltener Blattspitzen von *Oligocarpia distans* (Font.) Stur dar.

Subordo: **Hawleae** Stur.

Stur, Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne, l. c., p. 681.

Sporangia libera in receptaculo punctiformi in sorum rotundum stellatim uniserialiter collocata, interne rima lineari elliptica dehiscentia.

Genus: **Oligocarpia.**

R. Goeppert, Gattungen der fossilen Pflanzen, Heft 1. 2, Taf. IV (1841). — Stur, Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne. Diese Sitzungsberichte, LXXXVIII. Bd., I. Abt. (1883), p. 686.

1. **O. distans** (Font.) Stur.

1883 *Mertensides distans* Font., Older Mesoz. Flora of Virginia, l. c., p. 39, tab. XV, fig. 1.

1885 *O. lunzensis* Stur, I, p. 97, nomen solum!; Stur, II (1888), p. 210.

Folia spectabilia ultra 60 *cm* longa et 30 *cm* lata, ambitu lanceolata; rhachis principalis usque 6 *mm* lata, versus apicem sensim attenuata, longitudinaliter striata, ad insertiones rhachium primariarum stipulis l. aphlebiis ornata; rhaches primariae in medietate folii intervallis 1·5 *cm* distantes, basi et apice magis et usque 1 *cm* approximatae, basales 1·5 *mm* latae et usque 15 *cm* longae, superiores sensim decrescentes ad apicem suum in medianum primarium exeuntes; segmenta primaria ab peculiarem figuram basali paris segmentorum

secundariorum lanceolato-palaeformia, pinnatipartita l.-fida apice pinnatiloba, basi alterna, ad apicem folii nonnunquam et opposita sub angulis 80—70 graduum patentia; segmentorum secundariorum par basale superiores magnitudine longe superans figuraque sua peculiare; est enim et quidem catadromorum segmentum basale, stipulam l. aphlebiam referens, usque 1 *cm* longum et 7 *mm* latum basi longe-attenuata sessile, obovatum vel et spathulatum et versus apicem folii decrescens; anadromum vero basi usque 5 *mm* longum et 4 *mm* latum, ovatum, tota basi adnatum apiceque rotundatum, versus apicem folii acrescens; segmenta secundaria in medio segmenti primarii maxima, 7—8 *mm* longa et 4 *mm* lata, oblongo-ovata, lata basi sessilia, inter se ima basali parte connata, apice rotundata vel apicem folii versus acuta, obsolete falcata et apicem segmenti primarii versus reclinata, versus basin hujus segmenti nec non versus apicem ejusdem sensim decrescentia; nervatio ob debilitatem vix unquam rite conspicua; nervus medianus secundarius erectus vel subflexuosus pinnatus, nervulos laterales superiores simplices, basales furcatos, gerens; fructificatio paginam inferiorem segmentorum secundariorum in basali et media parte segmentorum primariorum occupans, apicalibus partibus horum segmentorum l. folii in sterilitate restantibus, in soros sporangiferos concentrata; sori in nervulis tertiariis aut eorum furcaturis inserti, in foveolo laminae persistente immersi et decidui, plerumque ambitu elliptici, et e 5—7 sporangiis in ellipsin congestis, rarius ex 1—4 sporangiis constructi et tunc rotundati; sporangia compressa 0·3—0·4 *mm* diametro metientia, reticulato-foveolata, apice annulo rudimentali tenerrimo praedita et plerumque impressula.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten; Nordamerika: Virginien.

Der ausführlichen Diagnose liegen die Exemplare von Lunz zugrunde.

Von Neuewelt bei Basel hat Leuthardt (Keuperflora von Neuewelt bei Basel, Abh. Schweiz. paläont. Ges., XXXI [1904], p. 35, tab. XVII) eine *Pecopteris latepinna* n. sp. beschrieben und abgebildet, die eine *Oligocarpia* repräsentiert, die jedoch

von den aus Lunz bekannten verschieden ist. Sie bedarf noch eingehender Untersuchung.

2. **O. bullatus** (Bunb.) Stur.

1847 *Pecopteris bullata* Bunb., On fossil Plants from Eastern Virginia. Quart. Journ. of Geol. (1847), p. 283, tab. II.

1883 *Mertensides bullatus* Font., Older Mesoz. Flora of Virginia, l. c., p. 35, tab. XV, fig. 2—5; tab. XVI, fig. 1—3; tab. XVII, fig. 1, 2; tab. XVIII, fig. 1, 2; tab. XIX, fig. 1.

1885 *O. robustior* Stur, I, p. 97 et Stur, II (1888), p. 210.

Folium quoad magnitudinem parum notum probabiliter mediocris tantum dimensionis; rhachis principalis irregulariter striata, mediano conspicuo praedita; rhaches primariae intervallis 2 *cm* minoribus distantes, erectae ad insertionem eleganter aphlebiatae, 2 *mm* latae et 6 *cm* longitudine superantes, mediano praedita; segmenta primaria infra 2 *cm* lata, linearia, profunde pinnati-partita; segmenta secundaria circiter 1 *cm* longa, 2 *mm* lata, linearia, apice rotundata, multijuga, ima basali particula cognata; segmentum secundarium basale catadromum, l. stipula vel aphlebia 1·4 *mm* longa, 7 *mm* lata, ovalis, fere obovata, nervatione radiante ex nervis furcatis et simplicibus congesta; nervatio propter fertilitatem obsoleta; nervus secundarius medianus erectus pinnatus; nervuli laterales 5—7 superiores simplices, inferiores furcati; fructificatio paginam inferiorem segmentorum secundariorum occupans, partibus summis apicalibus tantum saepe sterilibus in soros sporangiferos deciduos concentrata; sori in medietate nervulorum lateralium vel eorum ramis inserti, universi elapsi ignotique, foveolas ellipticas 1·3 *mm* longas evacuatas reliquerunt.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten; Nordamerika: Virginien.

O. coriacea Stur n. sp. (mnscr.!)

Folium quoad magnitudinem parum notum, probabiliter spectabilis dimensionis; rhachis principalis longitudinaliter striata, plana, 4·5 *mm* lata; rhaches primariae latitudine tantum 1 *mm* metientes, strictae erectaeque, longitudine 8 *cm*

superantes, aphlebiatae; segmenta primaria linearia in apicem sensim attenuata, basi circiter 1 *cm* lata, pinnatisecta; segmentum secundarium basale-catadromum stipulam l. aphlebiam 6 *mm* longam et latam, rotundato-ovatam, emarginatura unica levi bilobatam sistens; segmenta secundaria cetera et maxima 6 *mm* longa et 4 *mm* lata, ovata, apice rotundata, basi contracta et fere cordiformi sessilia, approximata, apicem segmenti primarii versus spectantia et decrescentia; nervatio laminae coriaceae valde obsoleta; nervus medianus secundarius semper conspicuus pinnatus, nervos laterales 3—5 emittens simplices, vel fere ad marginem segmentis furcatos valde obsoletos; fructificatio paginam inferiorem segmenti secundarii occupans, in soros sporangiferos nervulis lateralibus vel eorum furcaturis impositos, deciduos, foveolari immersos, concentrata; sori universi jam elapsi ignotique, foveolas evacuatas 1·2 *mm* diametro metientes, reliquerunt.

Diese Art unterscheidet sich nach Stur mnscr. durch starke Hauptspindel, stramme kräftige Primärspindel, durch lederartige unverwachsene Sekundärabschnitte von allen Oligocarpien ganz präzis und leicht.

Bisher nur in zwei Abdrücken aus dem Hangenden des Barbaraflözes am Pramelreuth bei Lunz (leg. Haberfelner) bekannt.

Subordo: **Asterotheceae** Stur.

Stur, Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne, l. c., p. 705.

Sporangia ellipsoidea, apice plerumque libero subacuminata, dorso non raro fere in gibberum inflata, apicibusque conniventia ideoque basi lateraliter receptaculo punctiformi affixa, ibidemque connata, licet in sorum, synangium plus minus perfectum sistentem, sessilem vel breviter pedunculatum, rotundum stellatim congesta.

Genus: **Asterotheca.**

Presl, Suppl. tentam. pteridographiae, Abhandl. der königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch., 5. Folge, Bd. IV, Prag 1847, p. 278. — Stur, Zur Morpholog. und Systematik der Culm- und Carbonfarne, l. c., p. 704, 718; Stur, I, p. 97. — *Asterocarpus* Goeppert (nec Ecklon et Zeyher!), Systema filicum fossilium. Nova acta Akad. Caesar. Leop. natur. Curios. Suppl.,

vol. XVII, Breslau 1836, p. 188, tab. XVI, fig. 13. — Presl, in Sternberg, Flora der Vorwelt, Bd. II, p. 115 (1838). — Heer, Flor. foss. Helv., 2. Lief., p. 58, Zürich 1877.

A. Meriani (Brongn.) Stur.

1885 Stur, I, p. 97. — 1888 Stur, II, p. 208, 210.

1828 *Pecopteris Meriani* Brongn., Histoire des végétaux fossiles, I, p. 289, tab. 91, fig. 5. — Heer, Urwelt der Schweiz, 1865, p. 53, tab. II, fig. 29.

1856 *Pecopteris falcatus* Emmons, Geolog. Report of the Midland counties of North-Carolina (1836), p. 327, tab. IV, fig. 9; 1857: Americ. Geology, Pt. VI, p. 100, tab. IV, fig. 9.

1856 *Pecopteris carolinensis* Emmons, Geolog. Report, l. c., p. 327, tab. IV, fig. 1, 2.

1857 *Pecopteris falcatus variabilis* Emmons, Americ. Geol., l. c., tab. IV, fig. 5.

1865 *Pecopteris angusta* Heer, Urwelt der Schweiz, 1865, p. 53, tab. II, fig. 8; Flora foss. Helv., 1877, p. 69, tab. XXIV, fig. 7—12.

1864 *Alethopteris Meriani* Schenk, Beitr. z. Flora des Keupers und der rhätischen Formation. VI. Ber. der naturf. Gesellsch. zu Bamberg, 1864, p. 39, tab. VIII, fig. 2.

1877 *Asterocarpus Meriani* Heer, Flora foss. Helv., 1877, p. 68, tab. XXIV, fig. 4, 5, 6, 6 *b, c, d.*

1904 Leuthardt, Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. Abh. Schweiz. pal. Gesellsch., XXXI (1904), p. 31, tab. XXI, fig. 4, 5.

1883 *Asterocarpus virginicus* Font., Older Mesoz. Flora of Virginia, l. c., p. 4—45, tab. XIX, fig. 2—5; tab. XX, fig. 1, 2; tab. XXI, fig. 1, 2; tab. XXII, fig. 1—3; tab. XXIII, fig. 1—4; tab. XXIV, fig. 1, 2.

1883 *Asterocarpus platyrhachis* Font., l. c., p. 46, 104, tab. XXV, fig. 2—6; tab. XXVI, fig. 1; tab. XLIX, fig. 2.

1883 *Asterocarpus penticarpus* Font., l. c., p. 48, tab. XXVI, fig. 2 (= apex folii *A. Meriani*!).

1900 *Asterocarpus falcatus* Font., XX. Annual Rep. U. S. G. S., Part II, p. 237, 282/83, tab. XXII, fig. 3; tab. XXXVIII, fig. 5, 6.

1877 *Merianopteris angusta* Heer, Flora foss. Helv. Nachtr., p. 86—88, tab. XXIV, fig. 7—12; tab. XXXVII, fig. 7, 8.

1904 Leuthardt, Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel, l. c., tab. XVIII, Fig. 1, 1 *a.*

1885 *Asterotheca intermedia* Stur, I, p. 97, et *A. lacera* ibid. (pars media folii et apex folii *A. Merianii* teste Stur!).

1883 *Laccopteris Emmonsi* Font., l. c., p. 102, tab. XLVIII, fig. 6, 7.

1883 *Laccopteris carolinensis* Font., l. c., p. 102, tab. XLIX, fig. 11, 12, 12 *a.*

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten an zahlreichen Fundorten; Schweiz: Neuewelt bei Basel und andere Lokalitäten; Nordamerika: Pennsylvanien, Nordcarolina, Virginien.

Die Reste dieses Farnes aus den Lunzer Schichten geben genaue Aufschlüsse über die Dimensionen der gigantischen Blätter dieser Art und ermöglichen die genaue Festlegung der Synonyme, da alle Blatteile mit Sicherheit festzustellen sind und auch in verschiedenen Erhaltungszuständen vorliegen, sowohl in sterilem wie in fertilem Zustand.

Subordo: **Diplaziteae,** Stur, I, p. 97.

Genus: **Bernoullia.**

Heer, Flora foss. Helvetiae, p. 88 (Zürich 1877). — Stur, I, p. 97.

Frons dimorpha, pinnulis fertilibus separatis, vel cum sterilibus stipite communi affixis; pinnulae fertiles oblongo-ovales, margine revolutae; in sulco latiusculo longitudinali sporangia recipientes, soris seriatis, rotundatis. Pinnulae steriles elongatae, nervatione Goniopteridis.

B. lunzensis Stur n. sp.

1885 Stur, I, p. 97, nomen solum!

Folium giganteae dimensionis usque 130 *cm* latum apice pinnatisectum, demum pinnatisecte-crenatum, -lobatum vel -sectum, denique in majori basali parte bipinnatisecte-crenatum, lobatum vel sectum; segmenta primaria in apice, l. secundaria in media et basali parte folii, lineari-lanceolata, acuminata, basi lata adnata, vel rotundata sessilia, margine crenata vel pinnatilobata vel et -secta; segmentis secundi l. tertii gradus, lobis vel crenis mediis circiter 4—6 *mm* latis, tota basi adnatis et inter se plus minus alte cognatis, apice rotundatis; nervatio peculiaris, Plenasii-formis; nervus medianus ad apicem secundarius, inferius tertianus flexuosus, dense pinnatus, nervos laterales emittit supremos simplices, medios furcatos vel pinnatos in margine sinuato, crenato vel integro excuntes, elongatos; par basale nervorum lateriariorum memorabile; nervus lateralis basalis anadromus e mediano ad ortum hujus, nervus vero lateralis basalis catadromus infra ortum mediari ex rhachi nascuntur, suntque furcati vel pinnati, arenatimque ad sinum proximum vel crenam

adjacentem adscendentes, elongati; fructificatio adhuc imperfecte nota; segmenta fertilia secundaria fructificatione admodum contracta reductaque, 2 *cm* longa, 8 *mm* lata, oblonga crassa; juniora non raro paginis inferioribus sporangiferis semet invicem tegentibus l. conreduplicatis ad modum siliquae nervulosae, nervo mediano ad latus anadromum praeditae peculiariter transmutata; matura vero aperta et tunc in pagina inferiore, receptaculum per depressionem mediani dispositum et concavum circiter 2 *cm* longum et 2·0—2·5 *mm* latum monstrantia; estque hoc receptaculum numerosis sporangiis in sex seriebus cum mediano parallelis dispositis, profundeque immersis, repletum, vel in statu maturo, sporangiis elapsis faveolatum; sporangia circiter 0·8 *mm* diametraliter metientia, probabiliter ovalia, imperfecte nota.

Verbreitung. Das gesamte bisher vorliegende Material stammt aus Lunz. In der Schweizer Trias findet sich die nächstverwandte Art *B. helvetica* Heer. In der amerikanischen Trias ist bisher keine *Bernoullia* nachgewiesen.

Subordo: **Daneae.**

Presl, Tentam. pteridogr. Suppl., 1845. — Stur, I, p. 97; Zur Morphologie und Systematik etc., l. c., p. 778.

Sporangia juxta nervos laterales biserialiter in synangia linearia collocata et connata poro apicali aperta.

Genus: **Pseudodanaeopsis** Font., Krasser emend.

Fontaine, Older Mesozoic Flora of Virginia (1883), l. c., p. 58.

Heeria Stur, II (1888), p. 209 (nomen!).

Danaeopsis Heer, Flora foss. Helvetiae, 2. Liefg., 1877, p. 71; nec *Danaeopsis* Presl, Suppl. Tent. Pterid., p. 39 (1845).

Marantoidea Jaeger, Die Pflanzenversteinerungen, welche in dem Bausandstein von Stuttgart vorkommen. Stuttgart 1827, p. 28.

Wie aus der Diagnose zu *Danaeopsis* Heer l. c. hervorgeht, hat Heer diese Gattung für die bislang zu *Taeniopteris* gestellten Reste begründet, die gefiederte Blätter besitzen. Für die Wahl des Namens waren auch Stellung und Beschaffenheit der Sporangien maßgebend. Gegenüber *Taeniopteris* Brongn., Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles, Paris 1828, hätte

Marantoidea Jaeger die Priorität. Dieser Name hat sich indes nicht eingebürgert. *Danaeopsis* Heer kann aber bei einer einheitlichen Nomenklatur der Pflanzen nicht bestehen wegen *Danaeopsis* Presl.

Da der Name aber eingebürgert ist, könnte man sich durch die Schreibung *p-Danaeopsis* im Sinne des bekannten Vorschlages von Potonié[1] helfen. Fontaine stellte die Gattung *Pseudodanaeopsis* auf, geleitet von den nachstehend verzeichneten Gesichtspunkten (l. c., p. 58): »*Danaeopsis marantacea* is discribed as showing not rarely an anastomosis of the lateral nerves, but this is not the case with the species of *Pseudodanaeopsis*. They have always the secondary nerves anastomosed, and this is clearly no sporadic occurence. It is one of the most constant and characteristic features of these plants, which, without it, would certainly by species of *Danaeopsis*.« Ich möchte im Gegensatz zu Fontaine die Anastomosenbildung nicht als ein Merkmal betrachten, das die Aufstellung einer neuen Gattung erheischt, und zwar deshalb, weil sowohl die typische Spezies von *Danaeopsis* Heer, *D. marantacea*, wenigstens Randanastomosen aufweisen kann, als auch den Arten von *Pseudodanaeopsis* Font., *Ps. reticulata* Font. und *Ps. nervosa* Font. = *Ps. plana* (Emmons) Font. Anastomosenbildung in verschiedenem Grade zukommt. Demgemäß erscheint mir *Pseudodanaeopsis* Font. lediglich wegen der Ungültigkeit von *Danaeopsis* Heer als vor dem Potonié'schen Vorschlag publizierter Gattungsname als der nomenklatorische Ersatz für die Heer'sche Gattung, wenn man sich meiner Auffassung von dem systematischen Wert der Anastomosenbildung anschließt. *Heeria* Stur kommt deswegen nicht in Betracht, weil dieser Name von Stur, II (1888!) folgendermaßen in die Literatur eingeführt wird (l. c., p. 209): »Das mir mitgeteilte sehr schöne Stück der *Pseudodanaeopsis reticulata* Font. spricht dafür, daß auch diese Art gemeinsam ist den beiden Ablagerungen in Cloven Hill und Lunz und habe ich die Lunzer Pflanze *Heeria Lunzensis* benannt.«

---

[1] H. Potonié, Zur Nomenklatur der Fossilien. Naturw. Wochenschrift, Bd. XV (1900), Nr. 27.

1. **Ps. plana** (Emmons) Font.

Fontaine, in XX. Ann. Rep., Part II (1900), p. 238, 285, tab. XXV, fig. 1, 2.
1857 *Stangerites planus* Emmons, American Geology, Pt. VI, p. 122, fig. 90.
1883 *Ps. reticulata* Font., Older Mesozoic Flora of Virginia, l. c., p. 59, 116, tab. XXX, fig. 1, 2, 2*a*, 3, 4, 4*a*; tab. LIV, fig. 3.
Danaeopsis lunzensis Stur, I, p. 97, nomen solum; Stur, II, p. 209, 210.

Folium mediocris dimensionis circiter metrum longum, et semimetrum latum, pinnatisectum; rhachis principalis basi 1·8 *cm* lata, apicem versus sensim attenuata, apicali summa parte medianum segmenti apicalis sistens; segmenta primaria suprema lata et decurrente basi adnata, sequentia et imprimis basalia, in petiolum brevem et decurrentem attenuata, lineari-lanceolata, mediano usque 5 *mm* lato apicem versus attenuato-praedita, apice acuminata, basi inaequilatera, intervallis usque 3 *cm* metientibus alternatim vel subopposite rhachi principali inserta, maxima 18—20 *cm* longa, apicem folii versus sensim breviora, et quidem sterilia 1·9—2·2 *cm* lata, fertilia latitudine fere ad dimidium reducta circiter 1·5 *cm* tantum lata; nervatio in segmento sterili plerumque eleganter conservata, in fertili parte segmenti fructificatione obtecta et invisibilis; nervus medianus primarius validus 2—4 *mm* latus, sensim evanescens et usque apicem distinctus; nervi laterales secundarii intervalis 1—15 *mm* e mediano sub angulo acuto oriundi, subito incurvati et demum sub angulo 70—75 graduum patentes, plerumque furcati, furcaturis mox immediate ad medianum sitis vel plus minus ab eodem remotis; nervorum lateralium rami furcatione orti tertiarii, inter se paralleli et intervallis circiter 1 *mm* dispositi marginem petentes hunc non attingunt, sed ante eum marginales furcationes subeunt; rami horum furcationum ultimi gradus denique mox tantum invicem approximati, non raro etiam conjuncti, maculas nervales angustas gignunt, zona angustissima marginis extremi enervi manente; fructificatio totam laminae paginam inferiorem, l. basales vel medias aut et apicales partes solummodo inter medianum et marginem dense obtegens, crassitiem ejusdem fere ad dimidium reducit; sporangia 0·7 *mm* circiter longa, ovalia, basi latiora, apice acutiora, oculo inermi laevia armato autem reticulata, rima

extrorsa dehiscentia, libera et basi tantum in receptaculo licet nervo sessilia, seriata, et quidem in series duas, nervo fertili per totam ejus longitudinem oppositas cum eodem parallelas coordinata.

Verbreitung. Österreich: Lunzer Schichten; Nordamerika: Trias von Pennsylvanien, Nordcarolina und Virginien.

Die im vorstehenden mitgeteilte Diagnose hat Stur auf die schönen Exemplare gemünzt, die vornehmlich von den Fundorten der Gegend um Lunz stammen.

2. **Ps. marantacea** (Presl) Krasser.

1820 *Taeniopteris marantacea* Presl, in Sternberg, Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Vorwelt, p. 130.

Danaeopsis marantacea Heer, Flora foss. Helvetiae. 2. Liefg. (1877), p. 71, tab. XXIV, fig. 1. Daselbst die Synonymie.

Danaeopsis marantacea Leuth., Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. Abh. Schweiz. pal. Gesellsch., XXXI (1904), p. 29, tab. XII, fig. 1, 2.

Nach der Prioritätsnomenklatur müßte wegen *Marantoidea arenacea* Jaeger (1827) die Pflanze *Ps. arenacea* (Jaeger) genannt werden. Da jedoch der auf *Taeniopteris marantacea* Presl (1838) zurückgehende Artname seit dieser Zeit sich eingebürgert hat und *arenacea* somit weit über 50 Jahre nicht in Anwendung kam, ist der letztere als obsolet zu betrachten.

Ps. marantacea liegt in der Sammlung der k. k. Geologischen Reichsanstalt aus den Lunzer Schichten nur in einem Stücke (Abdruck eines ungünstig erhaltenen Primärabschnittes) vor.[1]

Subordo: **Taenioptérideae** Stur, I, p. 97.

Genus: **Macrotaeniopteris.**

Schimper, Traité de paléontologie végétale, vol. I (1869). p. 610; Zittel's Handb. der Paläontologie, II. Abt., p. 132.

---

[1] Im Traité, Vol. III (1874) zieht Schimper *A. Muensteri* und *hoerense* zur rezenten Gattung *Marattia*, während er seine übrigen *Angiopteridium*-Arten zu *Marratiopsis* stellt und das Genus *Angiopteridium* löscht. In Zittel's Handbuch der Paläontologie, II. Bd., Paläophytologie, hat Schimper (p. 134) die Gattung als solche wieder restituiert und im Anschluß an eine Diagnose folgendermaßen umgrenzt: »Diese Gattung enthält die fiederblätterigen Taeniopteriden, deren Fruktifikationsweise nicht bekannt ist und die der Blattform und Nervation nach an *Angiopteris* und einige Marattien erinnern,

Taeniopteris Brongn., Prodrome d'une histoire des végétaux foss., Paris 1828, p. 82; ex parte! non *Taeniopteris* Hook., Gen. filic., t. 76 *B* (1842).
p-Taeniopteris Potonié, in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, Liefg. 204 (1900), p. 500; ex parte!

a) ***Macrotaeniopterides verae*** Krasser.

Syn.: *Taeniopterides verae* Stur, I (1885), p. 97.

1. Macrotaeniopteris simplex Krasser n. sp.

1883 *M. magnifolia* Font., Older Mesozoic Flora, l. c., p. 18; ex parte!
1885 *Taeniopteris simplex* Stur, I, p. 97, nomen solum!; II (1888), p. 207, 210.
? Taeniopteris angustifolia Schenk var. *siliquosa* Leuth. = *Taeniopteris siliquosa* Leuth., Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. Abh. Schweiz. pal. Gesellsch., XXXI (1904), p. 28, tab. XII, fig. 1, 2; tab. XXI, fig. 3.

Caudex pollicaris nonnunquam furcatus, repens striis longitudinalibus flexuosis et non raro punctulatis obtectus, cicatricibus foliorum delapsorum obsoletis, ovalibus et 4—5 cicatriculis vasorum notatis, ornatus, apice foliosus. Folia parva, sterilia, simplicia, integerrima usque 40 *cm* longa et 4·5 *cm* lata, oblongo-lanceolata, basi et apice rotundato-acuta, saepius inaequilatera, petiolo 1·5—9 *cm* longo, forti praedita, marginata; petiolus in medianum fortem et usque ad apicem folii distinctum excurrens; nervatio elegans, ad ortum plerumque mediano tegitur; nervi primarii ad ortum subito furcati, eorumque rami brevissimi iterum furcati, nervulos tertii ordinis plerumque simplices, rarissime in medietate sua furcatos, parallelos, per paria plus minus approximatos, vel et conjunctos, laminam folii dense tegentes et ex medians sub angulo recto marginem petentes, gignunt. Folia fertilia fructificatione valde diminuta, mediano forti, crasso, arcuatim flexo, laminaeque paginis inferioribus conduplicatis, in figuram siliquae transmutata, 4—9 *cm* longa, et usque 2 *cm* lata; fructificatio inter paginas pseudosiliquae juvenilis clausas, maturae autem patefactas nascitur; estque in soros rotundatos, circiter 1 *mm* amplos, in series cum nervatione parallelas distributos, l. spatia nervulorum tertianorum per totas paginas folii inferiores, tegentes concentrata; sori e 3—4 sporangiis in circinum dispositis et approximatis constructi; sporangia ovalia, singula

probabiliter lata basi in nervulo tertiario et receptaculo proprio sessilia, liberum parum nota.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten, zahlreiche Fundorte; Schweiz: Neuewelt bei Basel; Nordamerika: Trias von Virginien.

Taeniopteris angustifolia Schenk var. *siliquosa* Leuth. dürften die fertilen Blätter unserer Art sein. Es kommt aber auch die folgende Art in Betracht.

2. **Macrotaeniopteris latior** Krasser n. sp.

1883 *M. magnifolia* Font., l. c., ex parte!; Stur, II (1887), p. 217, 210.
1885 *Taeniopteris latior* Stur, I, p. 97; Stur, II (1888), p. 210, 217.

Folia spectabiliora, sterilia simplicia, integerrima, ultra 40 *cm* usque longa et usque 11 *cm* quoque lata, saepius inaequilatera, lanceolato-spathulato, basin versus sensim attenuata et ad basin rotundata, apice plus minus attenuata, vel plerumque subito rotundata et truncata, l. praemorsa, nec non, summo apice mediani prominente, cuspidata l. fere mucronata, petiolo 6 *cm* longo et basi 1 *mm* lata, forti praedita, vix evidenter marginata; petiolus in medianum fortem, densim attenuatum, et in apice folii truncati l. praemorsi, usque 1 *cm* longe prominentem excurrens; nervatio parenchymati folii immersa, nervulique laterales saepius obsoleti; nervi primarii ad ortum subito furcati, nervulos laterales secundi ordinis simplices, parallelos, laminam folii dense tegentes, et ab mediano sub angulo recto marginem petentes, gignunt; folia fertilia fructificatione valde diminuta, mediano forti, crasso, in circinum flexo, laminaeque paginis inferioribus conduplicatis in figuram siliquae transmutata, juvenilia usque 17 *cm* longa, maturantia autem usque 3 *cm* lata, fructificatio l. sori et sporangia hucdum ignota.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten, von zahlreichen Fundorten; Nordamerika: Virginien.

3. **Macrotaeniopteris angustior** Krasser n. sp.

1883 *Taeniopteris angustior* Stur, I, p. 97; nomen solum!

Folia parva, sterilia simplicia, integerrima usque 30 *cm* longa et 3·5 *cm* lata, linearia l. lineari-lanceolata, basi rotundata,

apice attenuata, rotundata et truncata l. praemorsa, saepius inaequilatera, petiolo 2—3 *cm* longo forti longitudinaliter striato et transverse rugoso praedita, vix eminenter marginata; petiolus in medianum fortem et usque apicem folii distinctum excurrens; nervatio elegans ad ortum mediano vix unquam tegitur; nervi primarii ad ortum subito in duos ramos furcati quorum unus nervus secundarius simplex remanet, alter non raro ad longitudinem 2 *mm* circiter iterum furcatus, duos nervulos tertiarios gignit; nervuli laterales itaque secundi et tertii ordinis intermixti paralleli, laminam folii ad margines densius quam ad medianum tegentes sub angulo recto marginem petunt; folia fertilia hucdum ignota.

Vorkommen. Österreich: Lunzer Schichten bei Lilienfeld und um Lunz.

In der Liste von 1885 (Stur, I, p. 97) hat Stur auch eine *Taenioptoris parvula* erwähnt. Diese Art ist nur in kleinen Bruchstücken der Blätter bekannt, sie bedarf noch des Studiums. Nach ihren Merkmalen ist sie mit *M. simplex* und *angustior* verwandt.

b) ***Macrotaeniopterides pterophylliformes*** Krasser.

Syn.: *Taeniopterides pterophylliformes* Stur, I, p. 97.

4. Macrotaeniopteris Haidingeri Krasser n. sp.

Taeniopteris Haidingeri Goepp. mnscr., Stur, I (1885), p. 97, nomen solum!, nec Ettingshausen,[1] Haidinger, Naturw. Abh., IV. Bd., 1. Abt. (1851), p. 98.

Folia spectabiliora, sterilia simplicia, lobata, 25—50 *cm* longa et 6—13 *cm* lata, saepius inaequilatera, lanceolato-spathulata, l. lanceolata, deorsum sensim attenuata et ad basin saepe inaequilateram rotundata, apice plus minus attenuata, subito rotundata et truncata l. praemorsa, nec non, summo apice mediani prominente, cuspidata, l. fere mucronata, petiolo 4—8 *cm* longo et basi 1—1·5 *cm* lato, forti longitudinaliter

[1] *Taeniopteris Haidingeri* Ettingsh. = *Angiopteridium Haidingeri* (Ettingsh.) Stur (Museal name!) muß in *Pseudodanaeopsis Haidingeri* Krasser geändert werden. Es ist ein Leitfossil der Grestener Schichten (Unterlias!).

striato, et transverse rugoso praedita, vix evidenter marginata; petiolus in medianum licet rhachin fortem, sensim attenuatam et in apice folii truncati l. praemorsi, usque 1 *cm* longe prominentem, excurrens; lobi 2—4 *cm* longi, 3—13 *cm* lati, tota basi rhachi adnati, sinu ad rhachin perpendiculari angusto, basi rotundato, profundo interposito seiuncti, vel inter se paululum cohaerente-quadrangulares, angulis externis rotundatis praediti, circiter 8—12 jugi, in medietate folii plerumque aequitati, evidenter oppositi, apice basique alternatim et irregulariter dispositi; nervatio parenchymati folii immersa, nervulique laterales saepius obsoleti; nervi primarii ad ortum subito furcati, nervulos laterales secundi ordinis simplices parallelos, laminem folii dense tegentes, et ab mediano sub angulo recto marginem petentes gignunt; folia fertilia hucdum ignota.

Vorkommen. Lunzer Schichten an verschiedenen Fundorten.

5. **Macrotaeniopteris lunzensis** Krasser n. sp.

Taeniopteris lunzensis Stur, I, p. 97, nomen solum!

Folia parva, sterilia simplicia, lobata usque 15 *cm* longa et usque 6 *cm* lata, lineari obovata, ambitu ad basin saepius inaequilateram rotundato, apice plus minus evidenter truncato, vel supremo lobo solitario erecto in modo pterophylli specierum pseudoapiculata, petiolo 2—2·5 *cm* longo, 4—6 *mm* lato longitudinaliter striato et transverse rugoso praedita; petiolus in medianum vel rhachin, apicem folii usque distinctam excurrens; lobi 1—3 *cm* longi, 8—18 *mm* lati, tota basi rhachi adnati, sinu ad rhachin perpendiculari, usque 5 *mm* lato, profundo interposite seiuncti, vel basali catadroma parte decurrente inter se paululum cohaerentes, elongato-quadrangulares, angulis externis rotundatis praediti, circiter 6—10 jugi, mox aequilati et oppositi, mox vero diversae latitudinis et alternatim dispositi; nervatio plerumque eleganter conservata, ad ortum mediani vix unquam tegitur; nervi primarii ad ortum subito in duos ramos furcati, quorum unus nervus secundarius simplex remanet alter non vero ad longitudinem 2—3 *mm* circiter, iterum furcatus, duos nervulos tertiarios gignit; nervuli

laterales itaque secundi et tertii ordinis intermixti, paralleli ad ortum in basali decurrente parte loborum sub angulo acuto exeunt, caeteri perpendiculares, laminem folii ad margines densius quam ad medianum tegentes, sub angulo recto marginem petunt; folia fertilia hucdum ignota.

Vorkommen. Lunzer Schichten um Lunz.

III. Systema et nomenclatura correcta Marattiacearum Lunzensium.

Das Ergebnis der in der vorliegenden Abhandlung niedergelegten Studien von Stur und mir ist:

1. Das von Stur, I (1885) skizzierte System der Lunzer Marattiaceen läßt sich auch heute noch aufrecht erhalten.

2. Durch die phytopaläontologische Literatur sind nur wenige der Stur'schen, ohne Diagnose in Form einer Aufzählung publizierten Marattiaceenarten hinfällig geworden.

3. Es läßt sich nunmehr als Ergebnis meiner Revision und Nachuntersuchung die folgende Übersicht geben, die durch Diagnosen und Literaturzitate gestützt ist:

Marattiaceae.

Subordo: **Senftenbergieae** Stur.

Genus: **Coniopteris** Brongn. Schenk emend.

1. *C. lunzensis* Stur n. sp.

Subordo: **Acrostichiformes** Stur.

Genus: **Speirocarpus** Stur n. gen.

1. *Sp. virginiensis* (Font.) Stur.
2. *Sp. Neuberi* Stur, n. sp.
3. *Sp. auriculatus* Stur n. sp.
4. *Sp. tenuifolius* (Emmons) Krasser.

Subordo: **Hawleae** Stur.

Genus: **Oligocarpia** Goepp.

1. *O. distans* (Font.) Stur.
2. *O. bullatus* (Bunb.) Stur.
3. *O. coriacea* Stur n. sp.

Subordo: **Asterotheceae** Stur.
Genus: **Asterotheca** Presl.
1. *A. Meriani* (Brongn.) Stur.

Subordo: **Displaziteae** Stur.
Genus: **Bernoullia** Heer.
1. *B. lunzensis* Stur n. sp.

Subordo: **Danaeae** Presl.
Genus: **Pseudodanaeopsis** Font., Krasser emend.
1. *Ps. plana* (Emmons) Font.
2. *Ps. marantacea* (Presl) Krasser.

Subordo: **Taenioptérideae** Stur.
Genus: **Macrotaeniopteris** Schimp.
a) ***Macrotaeniopterides verae*** Krasser.
1. *M. simplex* Krasser n. sp.
2. *M. latior* Krasser, n. sp.
3. *M. angustior* Krasser n. sp.

b) ***Macrotaeniopterides pterophylliformes*** Krasser.
1. *M. Haidingeri* Krasser n. sp.
2. *M. lunzensis* Krasser n. sp.

4. Die Marattiaceen der fossilen Flora der Lunzer Schichten konnten durchwegs in Gattungen eingereiht werden, die durch die Beschaffenheit der Sporangien und deren Anordnung charakterisiert sind. Es sind diese Gattungen also auch nach den Prinzipien der Systematik der rezenten Farne als natürliche Gattungen anzusehen.

Die 17 hier nachgewiesenen Arten, von denen zehn neu und bisher nur aus den Lunzer Schichten bekannt sind, gehören sieben Gattungen an, von denen eine *(Speirocarpus)* gleichfalls neu ist. Die 17 Arten sind aber, wenn wir die Marattiaceen als Ordnung auffassen, zugleich die Repräsentanten von sieben Unterordnungen. Es zeigt sich also in der Lunzer Flora eine beträchtliche Differenzierung der Marattiaceen. Von den sieben Gattungen sind fünf schon aus dem Paläozoicum bekannt, nur *Speirocarpus* und *Bernoullia* gehören dem Mesozoicum an. Alle aber repräsentieren in phylogenetischer Beziehung Entwicklungstypen, die im Mesozoicum erloschen. Den rezenten Marattiaceen sind sie bereits fremd.

Studien zur Artabgrenzung in der Gattung Astilbe

von

Dr. **Fritz Knoll.**

Aus dem botanischen Laboratorium der k. k. Universität in Graz.

(Mit 4 Tafeln und 11 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Jänner 1909.)

In früherer Zeit tauchte (besonders in der gärtnerischen Literatur) wiederholt die Ansicht auf, daß die Gattung *Astilbe (Hoteia)* vollständig oder wenigstens teilweise mit der Gattung *Aruncus* identisch sei. Dabei wurde vor allem auf die große habituelle Ähnlichkeit mancher *Astilbe*- und *Aruncus*-Arten und endlich auch auf das Vorhandensein von Bastarden zwischen diesen beiden Gattungen hingewiesen. Besonders jene asiatische Unterart von *Aruncus silvester* Kostel., welche in der Literatur meist unter dem Namen *Aruncus astilboides* Maxim. angeführt wird, wurde immer wieder mit *Astilbe Thunbergi*, *microphylla* und selbst *japonica* verwechselt.[1] Umgekehrt findet man in vielen Herbarien Exemplare von *A. Thunbergi* und anderen weißblühenden *Astilbe*-Arten als Varietäten von *Aruncus silvester* bezeichnet. Beim Vorhandensein von Blüten oder Früchten ist die Unterscheidung von vornherein eine leichte. Aber selbst blütenlose Exemplare der habituell ähnlichen Arten oder Gattungen lassen sich leicht und sicher voneinander unterscheiden, wenn man auf die an den Pflanzen auftretenden Haare Rücksicht nimmt. Bei der Gattung *Aruncus* treten auf der Unterseite der Blattrippen jene für die Rosaceen charak-

[1] *Aruncus silvester* wurde sogar als neue Art von *Astilbe* beschrieben (*Astilbe polyandra* Hemsl., in Journ. Linn. Soc., XXII [1887], p. 265 und 490).

teristischen einzelligen Haare (»Flaumhaare«) auf, welche der Gattung *Astilbe* vollständig fehlen. An deren Stelle findet man bei der letzterwähnten Gattung nur vielzellige Drüsenhaare (Köpfchenhaare). Wenn man Exemplare vor sich hat, welche noch unentwickelte Blüten tragen, läßt sich dieser in der Blütenregion besonders deutliche Behaarungsunterschied sehr gut zur raschen Unterscheidung der Gattungen verwenden, vorausgesetzt natürlich, daß der aruncusähnliche Habitus die Zugehörigkeit zu einer der beiden oberwähnten Gattungen mit entsprechender Sicherheit vermuten läßt.

Die große habituelle Ähnlichkeit, die sich zwischen manchen Arten der beiden Gattungen findet, ließ nun die Frage auftauchen, ob nicht vielleicht auch in den Organen der Blüten mancher Arten Übergangsformen zwischen beiden Gattungen vorhanden sind, so daß also ihre große äußere Ähnlichkeit allenfalls in einer sehr nahen Verwandtschaft ihren Grund hätte. Zur Entscheidung dieser Frage war vorerst eine genaue Revision sämtlicher *Astilbe*-Arten notwendig; die hiebei gewonnenen Kenntnisse wollte ich ursprünglich zu einer monographischen Darstellung der Gattung *Astilbe* verwenden. Da ich aber von den für den Monographen dieser Gattung wichtigsten Arten (*A. simplicifolia* Makino,[1] *A. Stoliczkai* Kurz[2] und *A. pinnata* Franch.[3]) keine Herbarexemplare erhalten konnte und die darüber in der Literatur vorhandenen Angaben äußerst dürftig sind, habe ich von dem erwähnten Vorhaben abstehen müssen. Deshalb blieb auch die interessante Frage über die Beziehungen zwischen *Astilbe* und *Rodgersia* unerörtert.[3]

Die vergleichende Untersuchung von *Astilbe* und *Aruncus* hat ergeben, daß in den Organen der Blüten keinerlei Übergangsformen zwischen den von mir untersuchten Arten der Gattung *Astilbe* und *Aruncus silvester* vorhanden sind; die in

[1] Makino, Tokyo Bot. Magaz., VII (1893), p. 103.

[2] Kurz, Plantae nonnullae novae Indiae orientalis (Seemann, Journ. of bot., V [1867], p. 240).

[3] Franchet, in Nouv. Arch. Mus. Paris, Sér. II, X (1888), p. 167 in obs.; ferner Plantae Delavayanae (1890), p. 231. (Hier wird auch über die Beziehungen zwischen *Astilbe* und *Rodgersia* gesprochen.)

der Gartenliteratur angeführten *Astilbe-Aruncus* Bastarde haben sich, wie noch später auseinandergesetzt werden wird, als Kreuzungen zweier *Astilbe*-Arten herausgestellt. Ferner haben meine Untersuchungen gezeigt, daß die jetzt übliche Ansicht über die Familienzugehörigkeit der beiden Gattungen aufrecht zu erhalten ist.[1]

Die schon wiederholt betonte habituelle Ähnlichkeit zwischen einzelnen Arten der Gattung *Astilbe* und den verschiedenen Varietäten des *Aruncus silvester* hat zum Teil ihren Grund in ähnlichen Lebensbedingungen der betreffenden Arten. Die einander ähnlichen Arten, beziehungsweise Varietäten der beiden Gattungen sind Schattenpflanzen, welche feuchte Standorte, besonders Flußufer lieben; ihre Blätter sind fiederteilig, die Blättchen von zarter Konsistenz und (besonders die Endblättchen) oft mit typisch ausgebildeter Träufelspitze versehen. Auch in blütenbiologischer Hinsicht ist eine Ähnlichkeit (hinsichtlich der Bestäubung) vorhanden, indem die weißblühende, unserem *Aruncus* habituell sehr ähnliche *Astilbe biternata* von den gleichen kleinen Käfern besucht wird wie unser *Aruncus silvester*.[2]

Da die *Astilbe*-Arten — soweit ich diesbezügliche Untersuchungen vornehmen konnte — in anatomischer Hinsicht sehr einheitlich gebaut sind, mußte das Hauptgewicht bei der Auswahl der zur Unterscheidung der Arten dienenden Merkmale in diesem Falle auf die äußere Beschaffenheit der Organe gelegt werden. Hiebei erwiesen sich vor allem die Form, Farbe und Größe der Blütenteile, die Form und Behaarung der Blütenstände sowie Blattform und Blattkonsistenz als gut brauchbare Unterscheidungsmerkmale.

---

[1] Siehe die Anregung zu einer Revision der Grenze zwischen Rosaceen und Saxifragaceen bei Fritsch, Verh. Zool.-bot. Ges. Wien, XXXVIII. Bd. (1888), IV. Quartal, p. 93 (Sitzungsbericht).

[2] Zwischen den getrockneten Blüten der im Biltm.-Herbarium ausgegebenen Exemplare dieser Art fanden sich zahlreiche mitgetrocknete Exemplare von *Anaspis flava*, deren Bestimmung ich Herrn Dr. Adolf Meixner (Graz) verdanke.

I. Astilbe-Arten mit wohlausgebildeten Petalen.

1. **Astilbe Thunbergi** (Siebold et Zuccarini) Miquel.

(Taf. II, Fig. 1 bis 3.)

Spiraea Aruncus Thunberg, Flora Japonica (1784), p. 211.

Hoteia Thunbergi S. et Z., Florae Japonicae familiae naturales, Sect. I: Abh. d. math.-physikal. Kl. d. kgl. bayer. Akad. d. Wiss. München, Bd. IV, Abt. II (1845), p. 191, Art Nr. 367.

A. Thunbergi Miquel, in Annales Mus. bot. Lugduno-Bat. (1867), Vol. III, p. 96.

A. Thunbergi Miquel, Prolusio florae Japonicae (1865 bis 1867), p. 260.

A. odontophylla Miquel, Prolusio florae Japonicae und Annales, l. c.

A. Thunbergi Franch., in Plantae Davidianae, p. 122.

A. Thunbergi α *typica* und β *pedunculata*, γ *congesta* (ex parte!) Boissieu, Les Saxifragées du Japon in Bull. Herb. Boissier (1897), p. 683.

A. Thunbergi (ex parte!) Henry, in Gard. Chronicle (1902), p. 155.

Folia basalia triternata vel tripinnata in articulis et in basi petioli ± pubescentia. Foliola subglabra plerumque membranacea, ovata, ovato-lanceolata vel lanceolata, plus minusve profunde et inaequaliter duplice serrata, saepe fere inciso-lobata. Foliola terminalia nonnumquam trifida, 3·5—10 *cm* (in medio 6 *cm*) longa et 1·5—7 *cm* (in medio 4 *cm*) lata, longe acuminata vel apice obtuso longe cuspidata; basis foliolorum terminalium in petiolulum attenuata vel subcordata. Foliola lateralia plus minusve longe petiolulata vel sessilia, basi inaequaliter cordata (numquam cuneata). Caulis 2—3- (raro 1-) foliosus, basi flavide vel fusce ± pubescens. Inflorescentia late pyramidata, semel vel bis composita; racemi secundarii laxiflori, elongati; racemi ultimi ordinis (secundarii vel tertiarii) saepe densiflori et abbreviati. Rhachides ± glanduloso-pilosae. Pedicelli vix conspicui calice breviores. Sepala 0·5—1·5 *mm* (in medio 1 *mm*) longa et 0·5—1·2 *mm* (in medio 1 *mm*) lata, apice obtusa, raro emarginata, in parte superiore saepe glandulose erosodentata, margine submembranaceo. Petala alba vel rosea, uninervia, spatulata, 2·5—4·5 *mm* (in medio 3·5 *mm*) longa et 0·3—1·3 *mm* (in medio 0·5 *mm*) lata, apice rotundata vel emarginata. Stamina 10, petala fere aequantia. Fructus maturus 3 *mm* longus et 2 *mm* latus; carpella matura subito vel paulatim in rostrum breve angustata. Semina bicuspidata. — Mandschurei (?), Japan.

Herbarien:[1]

α) **A. Thunbergi typica.**

Hb. Berlin: Japan, Nagasaki, Maximowicz, Iter sec.; Japan, Nagasaki, Higosan, Maximowicz, Iter sec.; Nippon, in Hakkoda, Coll. Faurie 6267; Yokohama, leg. Wichura.

Hb. Univ. Wien: Shiobara, Coll. Faurie 3243; Kiu-shiu, Coll. Universität Tokyo.

R.-Hb. Leyden: Zahlreiche Exemplare aus Japan, ohne genauere Fundorts- und Sammlerangaben. Japan, Nagasaki, Maximowicz, Iter sec.

Hb. Hofmus. Wien: Japan, Iga, leg. Rein; Japan, Nagasaki, Maximowicz, Iter sec.; Japan, Hiogo, Erdumseglung der Fregatte »Donau«.

Hb. Boissier: Montagnes de la Prov. de Yamagata. Coll. Faurie 2665.

β) **A. Thunbergi congesta.**

Hb. Berlin: Japan, Hakodate, Maximowicz, Iter sec.; Japan, Aomori, Coll. Faurie; Japan, Hakusan, 2500 *m*, leg. Rein.

Hb. Univ. Wien: Montagnes d'Otaru, Coll. Faurie 3001; Nuruyu, Coll. Faurie 772; Komagadake, Coll. Faurie(?).

Hb. Hofm. Wien: Nippon in Hakkoda, Coll. Faurie 6267; Japan, Hakusan, 2500 *m* über dem Meere, leg. Rein; Hakodate, Maximowicz, Iter sec.

R.-Hb. Leyden: Das Originalexemplar von Miquel's *A. odontophylla*, wahrscheinlich von Siebold in Japan gesammelt, ohne genauere Fundortsangabe; Mandshuria austro-orientalis, Maximowicz, Iter sec. (Das einzige Exemplar vom asiatischen Festland, vorausgesetzt, daß keine Verwechslung von Etiketten o. dgl. stattgefunden hat.)

Hb. Boissier: Yamagata, Coll. Faurie 4381; Kuroishi, Coll. Faurie 1889; Mombetsu, Coll. Faurie 799.

A. Thunbergi, die vielgestaltigste aller *Astilbe*-Arten, wurde von jeher mit *Aruncus silvester* Kost. verwechselt. Schon Thunberg hat diese Pflanze für *Aruncus* gehalten und sie unter diesem Namen in seiner Flora Japonica (1784) angeführt. Die große habituelle Ähnlichkeit mit *Aruncus* verdankt diese *Astilbe* dem Umstande, daß sowohl die Blätter als auch die Blütenstände beider Arten in ganz ähnlicher Weise variieren; der Wuchs beider Arten, die Form der Blätter und der Teilblättchen, die Träufelspitzen der letzteren, sowie die Form und

[1] Unter dieser Überschrift führe ich im folgenden stets die von mir vidierten und mit Bestimmungszetteln versehenen Exemplare aus den betreffenden Herbarien an.

die Farbe des Blütenstandes lassen bei flüchtiger Betrachtung leicht eine Verwechslung zustande kommen.[1]

Die große Variabilität dieser Art bringt es mit sich, daß die Zahl der allen Individuen zukommenden Merkmale sehr gering ist. *A. Thunbergi* hat, wie schon früher erwähnt, an allen Teilblättchen wohlentwickelte Träufelspitzen ausgebildet; diese Träufelspitzen sind von der im übrigen eiförmigen oder herzförmigen Blättchenfläche oft sehr scharf abgegrenzt, was besonders bei den Formen mit breiteren Teilblättchen auffällt (siehe Taf. II, Fig. 1). Die Blättchen sind verhältnismäßig dünn und fast kahl. Die Form des Blütenstandes ist meist breitpyramidal, die Länge der unteren Seitentraube ein Drittel bis zwei Drittel der Länge ihres Abstandes von der Spitze der Endtraube. Manchmal sind nur Trauben erster und zweiter Ordnung ausgebildet; in diesem Falle sind letztere im unteren Teile der gesamten Infloreszenz lockerblütig. Die sitzenden oder fast sitzenden Blüten sind dann nur an den Enden der Trauben etwas genähert (var. *typica*). An den Trauben dritter Ordnung treten die Blüten meist in Knäueln auf (var. *congesta*). In bezug auf die Form des Blütenstandes ist diese Art sehr variabel und auch bezüglich der Blütenzahl und der Zwischenräume zwischen den einzelnen Blütenstielen verhalten sich die Individuen dieser Art sehr verschieden. Die Blütenstände sind kurz drüsigbehaart, niemals aber wollig. Die Petalen sind weiß oder rosa, stets einnervig, spatelförmig, am oberen Ende abgerundet oder ausgerandet, nur selten aber zugespitzt (siehe Fig. 1 des Textes). Die Einsenkung der Carpiden in den Blütenboden ist gering.

In der Art des Blütenstandes und in der Form der Teilblättchen entwickelt *A. Thunbergi* eine fast unübersehbare Mannigfaltigkeit. Deshalb wurden schon öfters Versuche gemacht, einzelne Formen aus dem Gewirre herauszuheben und mit Varietätbezeichnungen zu versehen. Diese schienen um so mehr berechtigt, als früher noch andere Arten zu *A. Thunbergi* gestellt wurden und so die Variabilität noch größer schien, als

[1] Über die leichte und sichere Unterscheidung beider Gattungen im nichtblühenden Zustand siehe p. 45 bis 46 dieser Arbeit.

sie in Wirklichkeit ist. Franchet[1] versuchte mit Rücksicht auf die Beblätterung des oberirdischen Stengels und die Blättchengestalt eine Gliederung der auftretenden Formen. Er unterschied:

α) *acuminata* — foliola plus minus acuminata.
β) *obtusata* — foliola late ovata apice obtusa v. rotundata.
γ) *foliosa* — caulis dense foliatus; racemi breves, fere omnes axillares.

Wie aus dem Späteren zu ersehen ist, steckt in der var. β und γ wahrscheinlich *A. microphylla*, welche früher zu *A. Thunbergi* gerechnet wurde, aber von ihr leicht zu unterscheiden

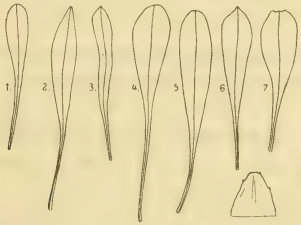


Fig. 1.
A. Thunbergi: 1 bis 7 Kronblätter, 8 Kelchblatt. Vergr. 8mal.

ist; deshalb ist diese Einteilung unbrauchbar. Boissieu[2] unterscheidet dagegen nach der Form des Blütenstandes:

α) *typica* — pedicelli breves, florem vix aequantes, solitarii; petala saepius brevia. (Haec est vera *Hoteia Thunbergii* a Sieb. et Zucc. descripta [Fam. nat. Nr. 367]).
β) *pedunculata* — pedicelli elongati, saepe flore 6—10-plo longiores; petala saepius elongata. Flos saepe sterilis. (Potius monstrositas quam mera varietas.)
γ) *congesta* — pedicelli in glomerulos approximati; petala staminaque saepissime, sed non semper calice pluries longiora. Ad typum certe transit. (*A. odontophylla* Miquel, Prol., p. 260; *A. chinensis* Maxim. var. *japonica* Franch. Sav. Enum. pl. Jap, I, p. 144).

[1] Plantae David., p. 122.
[2] Bull. Herb. Boiss., 5, p. 683 (1897).

Auch diese Einteilung hat sich als unbrauchbar erwiesen. Ich habe in einer früheren Arbeit auf Grund eigener Untersuchungen obige Einteilung modifiziert. Die var. β *pedunculata* ist, wie ich mich an einem diesbezüglichen Herbarexemplar (Coll. Faurie, im Hb. Boissier) überzeugt habe, tatsächlich eine Monstrosität mit abnorm langen Blütenstielen und verkümmerten Geschlechtsorganen. Die var. γ *congesta* Boiss. umfaßt zweierlei: nämlich einen Teil der Individuen von *A. Thunbergi* und die *A. microphylla*. Wenn man hier überhaupt eine Gruppierung der Formen vornehmen will, empfiehlt sich aus praktischen Gründen, vorläufig die Einteilung von Boissier in der Weise zu modifizieren, wie das bereits früher von mir geschehen ist.[1] Ich unterscheide demnach:

α) *typica* — Blütentrauben letzter Ordnung verlängert, lockerblütig; Blüten oft sehr klein (Kelchblätter oft nur 0·5 *mm* lang!).

β) *congesta* — Blütentrauben letzter Ordnung stark verkürzt, Blüten zu Knäueln genähert; Blüten größer als bei α.

Das gegenseitige Entstehungsverhältnis zwischen beiden Varietäten, die man vielleicht besser als »Formen« bezeichnet, ist noch zu klären. Geographisch lassen sich dieselben nicht voneinander trennen. Vielleicht steht die Großblütigkeit, respektive Kleinblütigkeit mit den Sexualverhältnissen in irgendwelcher Beziehung (vgl. *A. biternata*). Auch Standortsverhältnisse dürften hier in Betracht kommen. Var. *typica* ist schon an ihren meist dünneren Blättchen als Schattenpflanze zu erkennen. Sie wird auch als Waldpflanze angeführt: »forêts de Shiobara« (Coll. Faurie, Hb. Universität Wien); in Franchet's und Savatier's Enumeratio pl. Jap. wird ebenfalls angegeben: »habitat in umbrosis collium«.

Sichere Standortsangaben der var. *congesta* (in dem von mir gebrauchten Sinne) habe ich nirgends vorgefunden. Wir

[1] Beitrag zur Kenntnis der *Astilbe*-Arten Ostasiens. Bull. Herb. Boiss., II, Ser. 7, p. 130 (1907), doch steht dort infolge eines übersehenen Druckfehlers *typicia* statt des richtigen *typica*. Die an jener Stelle gegebenen Artdiagnosen sind nunmehr durch die vorliegenden zu ersetzen, da in diesen einige früher übersehene Fehler richtiggestellt sind.

können demnach nur soviel sagen, daß zwei meist leicht unterscheidbare Formen auftreten; wie diese Formen miteinander zusammenhängen, das bleibt genauen Studien am natürlichen Standorte vorbehalten; Herbarstudien allein können diese Frage nicht in befriedigender Weise lösen.

An dieser Stelle muß noch auf die *A. odontophylla* Miquel eingegangen werden. Sie wurde von Miquel in seiner Prolusio florae Jap. beschrieben und richtete sofort in der Unterscheidung der *Astilbe*-Arten eine große Verwirrung an.[1] Diese Art hat der Autor auf ein Fragment eines Blütenstandes und ein (damit nicht zusammenhängendes) Bruchstück eines Blattes begründet; die beiden Pflanzenfragmente befinden sich heute im Reichsherbar zu Leyden, woher ich sie durch die Freundlichkeit der Direktion dieses Herbariums (nebst dem übrigen *Astilbe*-Material) zur Untersuchung erhielt. Daß es sich wirklich um die Originalexemplare dieser problematischen Art handelt, geht aus der (überaus kurzen) Originaldiagnose und aus dem dabei befindlichen Zettel mit der von Miquel selbst geschriebenen Artbezeichnung »*A. odontophylla* Miq.« hervor. Auf den ersten Anblick unterscheiden sich sowohl Blatt als auch Blütenstand von allen anderen Exemplaren von *A. Thunbergi*; die Bruchstücke stammen von einer Form mit verhältnismäßig großen Blüten und großen, grobgesägten, dünn lederartigen Endblättchen. Auf die Einreihung an dieser Stelle brachten mich einige weitere Exemplare, welche gute Übergangsglieder zwischen Miquels *A. odontophylla* und den typischen Formen von *A. Thunbergi* darstellen. Die Petalen dürften ziemlich dunkel rot gefärbt gewesen sein. Die Form der Petalen ist in Figur 1, 7 (p. 51) dargestellt. Vielleicht handelt es sich um eine Gartenform von *A. Thunbergi*.

A. Thunbergi ist in fast allen größeren Herbarien zu finden. Darnach zu schließen, ist sie die häufigste aller japanischen *Astilbe*-Arten. Nach den auf den Herbarzetteln befindlichen Angaben dürfte sie über ganz Japan verbreitet sein. Ein Herbarbogen des Reichsherbariums in Leyden trägt unter einer aufgespannten *A. Thunbergi* einen Zettel mit der Aufschrift:

[1] Vgl. meinen Beitrag zur Kenntnis der *Astilbe*-Arten, p. 128.

»Maximowicz. Iter secundum. Mandshuria austro-orientalis. 1860«. Wenn hier keine Verwechslung der Etikette zugrunde liegt, ist dies das einzige Exemplar, welches das Vorhandensein der *A. Thunbergi* auch für das asiatische Festland sicherstellt. Bevor jedoch nicht mehr Exemplare vom Festland zu meiner Kenntnis gelangen, kann ich dieser Angabe nicht unbedingt Glauben schenken.

2. **Astilbe japonica** (Morr. et Decn.) A. Gray.

(Taf. III, Fig. 1 und 2.)

Hoteia japonica Morr. et Decn., Annales des sc. nat., II. s.; t. II (1834), p. 317, tab. 11.
A. japonica A. Gray, London Journal of Bot., II (1843), p. 124.
Hoteia japonica S. et Z., Abh. bayer. Akad. München, Bd. IV, 2. Teil (1845), p. 191.
Tiarella japonica Bl., in Schedis herb. Lugd.-Bat., III (1867), p. 96.
A. japonica Miquel, Ann. Mus. Lugd.-Bat., III (1867), p. 96.
A. japonica Miquel, Prolusio florae Japonicae, p. 270.
A. japonica Miquel, Plantae David., p. 122.
Spiraea barbata Wallich, in Bot. Reg., tab. 2011.
Hoteia barbata, Bot. Magaz., tab. 3821.
A. barbata Hort. (nach Index Kew).
A. japonica Franch. et Sav., Enum. pl. Jap. (1875), p. 143.
A. japonica Henry, Gard. Chronicle (1902), p. 155.

Folia basalia triternata in articulis et in petiolo laxe pubescentia vel glabra. Foliola subglabra ± coriacea, argute duplicecerrata, basi longe cuneata, acuminata, petiolulata vel sessilia. Foliola terminalia foliorum basalium 3—8 *cm* (in medio 5 *cm*) longa et 1·0—2·5 *cm* (in medio 1·5 *cm*) lata. Caulis 2—4-foliosus, subglaber. Inflorescentia late pyramidalis vel obpyramidalis, semel vel bis composita, racemus terminalis planitiem apicum racemorum secundariorum longe superans. Racemi secundarii elongati ex rhachide sub angulo circa 45° orientes, recti vel extrorsum versi, in inferiore parte sine floribus, in parte superiore plus minusve densiflori, rhachides flave vel fusce glanduloso-pilosi. Flores longe pedicellati. Sepala 1·0—1·7 *mm* (in medio 1·5 *mm*) longa et 0·7—1·5 *mm* (in medio 1·0 *mm*) lata, obtusa vel emarginata; margine submembranacea, glanduloso-dentata vel integra. Petala plerum-

que 5 alba (an semper?), latius spatulata, 2·0—4·0 *mm* (in medio 3 *mm*) longa et 0·3—1·5 *mm* (in medio 1 *mm*) lata, uninervia vel saepius plurinervia; apice obtusa vel emarginata. Stamina 10 petala subaequantia. Fructus 3—4 *mm* longa et 2 *mm* lata, carpella matura succedanee in rostrum 1 *mm* longum attenuata. Semina bicuspidata. — Japan.

Herbarien:

Hb. Berlin: Sobo, Coll. Faurie 3226; leg. Hilgendorf; Kii, leg. J. Rein; zahlreiche kultivierte Exemplare aus dem Berliner Bot. Garten.
Hb. Hofmus. Wien: Japan, Coll. Y. Tanaka (mit japanischer Etikette); Kii, Coll. J. Rein; Japan (ohne Angabe des Sammlers); Kulturexemplare.
Hb. Univ. Wien: Matsushima, Coll. Faurie 327; Sobo, Coll. Faurie 3226; Awa, Shikoku, Coll. Universität Tokyo; Kuki, Tosa, Coll.?
R.-Hb. Leyden: Zahlreiche Exemplare (alte Kollektion) ohne Sammlernamen, mit der Bezeichnung »Japan«, Exemplare von Buerger gesammelt, aus Japan; Exemplare mit der Bezeichnung »Xenanthen« und »Kusananting«, leg. Mohnike; Exemplare von Siebold gesammelt; Kulturexemplar.
Hb. Boissier: Montagnes de Tosa, Coll. Faurie 11799.
Hb. Bot. Labor. Graz: Kulturexemplare.

A. japonica ist diejenige Art, welche am leichtesten von allen *Astilbe*-Arten zu erkennen ist. Alle Teilblättchen, sowohl die Endblättchen als auch die seitlich entspringenden, haben eine vollkommen keilförmige Basis. In gleicher Weise wie die Basis ist auch die Spitze langsam verschmälert; im ganzen sind die Teilblättchen ziemlich schmal, doch variieren sie vielfach in bezug auf ihre Größe. Ihre Konsistenz ist dünnlederartig bis fast häutig.

Die Blattstiele und die Gelenke sind mit langen braunen Haaren versehen, welche an der Basis der Blattstiele besonders auffallend sind. Der obere Teil des Wurzelstockes zeichnet sich durch eine besonders dichte Behaarung aus. Der Blütenstand ist dadurch charakterisiert, daß die Traube erster Ordnung (Endtraube) lang vorragt, während die Seitentrauben oft in einer einzigen Ebene abschließen, so daß das in Fig. 1 der Taf. III dargestellte sehr charakteristische Bild zustande kommt. Dieses Bild des Blütenstandes habe ich bei *A. Thunbergi* nie beobachtet. *A. japonica* bildet meist nur Trauben erster und zweiter Ordnung aus; Trauben dritter Ordnung kommen hier nur sehr selten (an den untersten Seitentrauben) vor. Die

Spindeln des Blütenstandes tragen ein mehr oder weniger dichtes Kleid von kurzen, oft bräunlich gefärbten Drüsenhaaren. Die Blüten sind meist regelrecht nach der Fünfzahl gebaut. Besonders charakteristisch ist der Blütenboden, welcher hier sehr tief eingesenkt ist (vgl. auch die Abbildung des Blütenlängsschnittes im Bot. Reg., p. 2011). Bei den übrigen verwandten *Astilbe*-Arten ist der Blütenboden viel flacher ausgehöhlt. Die Petalen sind weiß (oder manchmal rötlich?) spatelförmig, in ihrer Breite aber variabel. Gewöhnlich aber sind die Petalen breitspatelförmig, mit abgerundeten oder flach aus-

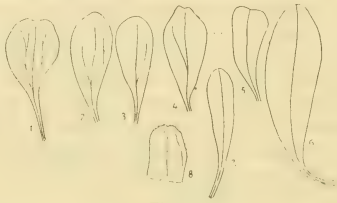


Fig. 2.

A. japonica: 1 Typisches Kronblatt; 2 bis 4 verschieden ausgebildete Kronblätter einer und derselben Blüte; 6 und 7 abweichende Kronblätter, Annäherung in der Gestalt und Nervatur an *A. Thunbergi* (Kreuzung?); 8 Kelchblatt. Vergr. 8mal.

gerandeten Vorderenden. Die schmäleren Petalenformen sind nur von einem Hauptnerven durchzogen, die breiteren Petalen jedoch haben meist noch zwei (oft verzweigte) Seitennerven (siehe Fig. 2 des Textes). Die Blüten selbst sind meist langgestielt, besonders an den unteren Seitentrauben, so daß sich *A. japonica* auch darin von anderen Arten mit sitzenden Blüten (wie *A. Thunbergi*) leicht unterscheiden läßt. Im lebenden Zustande erscheinen die großen Blütenstände fast reinweiß, wodurch sie sich auch als Gartenpflanze sehr beliebt gemacht hat.

3. × Astilbe intermedia nov. hybr. (Astilbe japonica × Thunbergi).

(Taf. III, Fig. 3, und Taf. IV, Fig. 3.)

Folia caulina biternata vel bifida, in petiolo et in articulis laxe fusce pubescentia. Foliola argute duplice serrata sub-

coriacea vel membranacea, supra sparsim breviter-hispida, infra in nervis fusce hirsuta, basi aequicordata vel inaequicordata, brevius acuminata; foliola terminalia 3·5—8 *cm* (in medio 5 *cm*) longa et 2—5 *cm* (in medio 3 *cm*) lata. Caulis (an semper?) bifoliosus, subglaber. Inflorescentia obpyramidata, bis composita, racemus terminalis apices racemorum secundariorum longe superans. Racemi secundarii elongati ex rhachide sub angulo 45° orientes, recti, in inferiore parte (an semper?) floriferi, densiflori; rhachides fusci glanduloso-pilosi. Flores sessiles vel brevissime pedicellati. Sepala 1·2 *mm* longa et 0·7—1·0 *mm* lata, anguste ovata, apice obtusa integra, margine membranaceo. Petala alba(?) uninervia nonnumquam trinervia, anguste spatulata vel latius spatulata vel anguste lanceolata, 3—3·5 *mm* longa et 0·3 *mm* lata, apicem versus vel superiore tertia parte angustata et obtuso-acuminata vel in superiore parte dilatata et apice rotundata. Fructus et semina ignota. — Japan.

Herbarien:

R.-Hb. Leyden: Zahlreiche Exemplare (ohne nähere Fundortangabe) aus Japan; Lacus Vots juxta urbem Miako (Nippon).

Hb. Univ. Wien und Hb. Berlin: Taradake, Coll. Faurie 3227.

Im Reichsherbarium von Leyden befindet sich ein Herbarbogen mit der Angabe »Ad ripa saxosa lacus Vots juxta urbem Miako ins. Nippon« (ein Sammlername ist nicht angegeben). Er trägt ein Exemplar von *A. Thunbergi typica* und ein Exemplar von *A. intermedia*. Ich vermute, daß die meisten Exemplare von *A. Thunbergi* und *japonica*, welche sich ohne nähere Angabe von Fundort und Sammler im Leydener Reichsherbar befinden, von diesem Fundorte herstammen. Die Einheitlichkeit des Materials und auch die Art des Sammelns (die Exemplare besitzen nämlich keine unteren Laubblätter oder Wurzelstöcke, da nur die obersten Teile der blütentragenden Stengel gesammelt wurden) machen dies sehr wahrscheinlich. Da diese beiden scheinbar zahlreich an diesem Orte durcheinanderwachsen, war auch die Möglichkeit einer Bastardierung gegeben. Das oben angeführte Exemplar des Bastards trägt die sitzenden Blüten der *A. Thunbergi* an einem Blütenstande, wie er für die *A. japonica* charakteristisch ist. Die Endblättchen des Stengelblattes sind breiteilanzettlich mit schwach keil-

förmiger oder kaum herzförmiger Basis und breitkeilförmigem Vorderteil. Eine deutliche Träufelspitze fehlt. Oberseits sind die Blättchen kurz behaart, der Rand ist mit scharfen, nach vorn gerichteten Sägezähnen versehen. Die Basis der Seitenblättchen ist schief, manchmal mit einer Andeutung der Herzform. Die Petalen sind ganz vorn verschmälert und von ähnlicher Beschaffenheit wie die der *A. Thunbergi* von demselben Standort. In Fig. 3 des Textes sind die Petalen der Blüte dieses Bastards dargestellt. Die Form der Kelchblätter und den tief ausgehöhlten Blütenboden hat die Blüte von *A. japonica* überkommen, die Gestalt der Petalen und den kurzen Blütenstiel aber von *A. Thunbergi*. Dieses Exemplar bildet demnach eine intermediäre Form zwischen den beiden letztgenannten Arten. Das auf Taf. III, Fig. 3, abgebildete Exemplar verhält sich ganz ähnlich; es stammt aus der Kollektion Faurie und befindet sich im Herbar der Universität Wien. Der Umriß der Blättchen zeigt die Form der *A. japonica*; die Textur derselben ist jedoch sehr zart, wie bei manchen Exemplaren der *A. Thunbergi*; die Blättchenbasis zeigt nicht die für die *A. japonica* charakteristische schmale Keilform. Das andere Bastardexemplar derselben Kollektion, im Besitze des Berliner Herbars, zeigt an den Blättern fast vollkommen das Aussehen von *A. Thunbergi*, wie sie an schattigen Stellen zu wachsen scheint. Die Teilblättchen sind breiteiförmig, mit einer gut ausgebildeten Träufelspitze versehen und von zarter Konsistenz. Die Blüten sind deutlich gestielt und ihre Petalen breitspatelförmig. In bezug auf die Behaarung der Blätter ist eine größere Annäherung an *A. Thunbergi* vorhanden. Bezüglich der Petalen schließt sich das Exemplar des Herbariums der Wiener Universität nahe an *A. japonica* an, indem es langgestielte Blüten und sehr breitspatelförmige Petalen besitzt. Die Petalen zeigen, wie dies bei *A. japonica* regelmäßig, bei *A. Thunbergi* aber niemals vorkommt, außer dem Mittelnerven noch Seitennerven.

Fig. 3.
Petalenformen von *A. Thunbergi* × *japonica*.
Vergr. 8 mal.

An dieser Stelle ist es nötig, in Kürze auf die Gartenbastarde der Gattung *Astilbe* einzugehen. Wie ich mich überzeugt habe, finden sich auch in den neuesten gärtnerischen Katalogen für die Gartenformen der *Astilbe*-Arten die Gattungsbezeichnungen *Astilbe*, *Aruncus* und *Spiraea* in wirrem Durcheinander. Dies hängt mit den schon anfangs erörterten Identifizierungsversuchen bezüglich der Gattungen *Astilbe* und *Aruncus* zusammen. Im Laufe der Zeit sind nun auch Gartenbastarde zwischen *A. japonica* und *A. Thunbergi* aufgetreten. Da aber schon die Stammarten der Bastarde schlecht bestimmt waren, konnte natürlich die Stellung der Bastarde von gärtnerischer Seite auch nicht richtig erkannt werden. Ich gebe hier ein Bastardierungsschema wieder, wie es von E. Lemoine in Gardeners Chronicle[1] und in Regel's Gartenflora[2] veröffentlicht worden ist.

Astilbe japonica × *Spiraea astilboides*

|

Spiraea astilboides var. *floribunda* × *Astilbe Thunbergi*

|

Astilbe Lemoinei.

Die kritische Untersuchung des in diesem Schema zusammengestellten Bastardmaterials ergab folgendes Resultat: *A. japonica* ist von jeher richtig erkannt worden; ein Irrtum in der Artbestimmung ist daher bei dieser Art so ziemlich ausgeschlossen. Ich habe mir von einer der ersten Gartenfirmen die unter dem Namen *Spiraea astilboides*[3] gehende Pflanze bestellt und sie als kleinwüchsige (wahrscheinlich schon

---

[1] Gard. Chronicle, l. c., p. 221.

[2] Regel's Gartenflora (Berlin 1895), 44. Jahrgang.

[3] »*Spiraea astilboides*« ist abgebildet in der Deutschen Gartenzeitung (Berlin 1886), p. 310. Beschrieben wurde sie ferner von W. Duesberg in der Gartenflora, 1890, p. 528. A. Lemoine (Gartenflora, 1895, p. 581) macht den Vorschlag einer Namensänderung: »Ein mehr der Wirklichkeit und Logik entsprechender Name wäre *A. aruncoides*.....« Damit hat Lemoine den Sachverhalt bereits richtig erkannt, ohne aber dessen sicher zu sein und ohne von dieser echten *Astilbe* den echten *Aruncus silvester* Kost. var. *astilboides* auseinanderhalten zu können.

unreine) Gartenform der *A. Thunbergi* erkannt. *Spiraea astilboides* var. *floribunda* hort.[1] entspricht also meiner *A. intermedia*; doch unterscheidet sie sich ziemlich im Habitus (vgl. Abbildung in Regel's Gartenflora). Kreuzt man nun die letzterwähnte Gartenform noch einmal mit *A. Thunbergi*, so wird sich der intermediäre Bastard natürlich noch weiter an *A. Thunbergi* annähern.

4. **Astilbe microphylla** Knoll.

(Taf. IV, Fig. 2.)

A. chinensis var. *japonica* Maxim. mss., in Franchet et Savatier: Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium (Paris 1875), p. 144.

A. chinensis β *japonica* Franch., Plantae Davidianae, p. 122 (Nouv. Arch. du Museum, Paris, VI, 2e sér.).

A. odontophylla Miquel sensu Franch., Plantae Davidianae.

A. Thunbergi γ *congesta* (ex parte!) Boiss., Les Saxifragées du Japon (in Bull. Herb. Boiss., tom. V [1897], p. 683).

A. Thunbergi (ex parte!) Henry, in Gard. Chronicle, l. c., p. 155.

A. microphylla Knoll, Beitrag, l. c., p. 131.

Folia basalia et inferiora caulina tripinnata vel triternata, in petiolo et in articulis ± pubescentia. Foliola subglabra, tenuiter coriacea, ± profunde et inaequaliter duplicato-serrata, late elliptica vel ovata. Foliola terminalia nonnumquam bi-vel trifida, basi cordata vel cuneata, apice obtuse acuta vel obtusa (numquam longe acuminata vel cuspidata), in foliis basalibus vel inferioribus caulinis 2—5 *cm* (in medio 3 *cm*) longa et 1·5—4 *cm* (in medio 2·5 *cm*) lata. Foliola lateralia breviter petiolulata vel sessilia, basi ± inaequalia (numquam cuneata). Caulis flavide vel fusce pubescens, 4—5 foliosus. Inflorescentia angusteoblonga, semel vel bis composita, racemi secundarii non patentes, sub angulo (in medio) 30° orientes, ± breves; racemi ultimi ordinis (secundarii vel tertiarii) densiflori et ± abbreviati; racemi secundarii in inferiore parte sine floribus. Rhachides glanduloso-pilosae. Flores breviter pedicellati. Petala spatulata, uni-(vel raro tri-)nervia, alba vel rosea, 3·5—4·5 *mm* (in medio 4 *mm*) longa et 0·3—1·0 *mm* (in medio 0·7 *mm*) lata apice obtuse rotundata. Stamina 10 petala fere aequantia.

[1] Abgebildet in der Gartenflora, 44. Jahrg. (1895), p. 579.

Sepala 1·0 – 1·5 *mm* (in medio 1·2 *mm*) longa et 0·7 – 1·3 *mm* (in medio 1 *mm*) lata, apice obtusa, raro emarginata, glandulose dentata, margine submembranaceo. Fructus maturus 4 *mm* longus et 2 *mm* latus; carpella matura succedance in rostrum longum angustum attenuata. Semina bicuspidata. — Japan.

Herbarien:

Hb. Berlin: Asamayama, Coll. Faurie; zwischen Kioto und Maizuru Ise, Döderlein; (ohne Fundortangabe) Coll. Rein; Provinz Nambu, leg. Tschonoski, Maximowicz, Iter sec.; Nasuzan, Coll. Faurie 328; Yokohama, Maximowicz, Iter. sec.; Yohohama, leg. Wichura; Yokohama, leg. Naumann.

Hb. Hofmus. Wien: Nikko, leg. Rainer-Kesslitz; Yokohama, Maximowicz, Iter sec.; Japan, Coll. Rein; Erdumseglung der Fregatte »Donau«: (Japan) Hiogo, Yokohama.

Hb. Univ. Wien: Yokoska, leg. Savatier; Chidake-sashi, Coll. Faurie?; Nasuzan, Coll. Faurie 328.

Hb. Boissier: Yokohama, Coll. Faurie 551; Fujiyama, Coll. Faurie 6650.

R.-Hb. Leyden: Yokohama, Maximowicz, Iter sec.

A. microphylla ist bezüglich ihres Wuchses und ihrer Blattgestalt die zierlichste unter allen *Astilbe*-Arten. Ihre Teilblättchen sind relativ klein (im Mittel 3 *cm* lang und $2^1/_2$ *cm* breit), vorn abgerundet oder mit stumpfer Spitze. Der Blütenstand ist schmallänglich, mit verhältnismäßig kurzen untersten Seitentrauben; die Länge der letzteren beträgt nur ein Fünftel bis ein Drittel (meist ein Viertel) der Entfernung des Ursprungs der untersten Traube von der Infloreszenzspitze. Die Blüten sind genähert oder geknäuelt. (Daher stammt die Bezeichnung var. »*congesta*« Boiss.) Die Spindeln des Blütenstandes sind mit kurzen, gelblichbraunen oder schwarzbraunen Drüsenhaaren versehen. Wollige Behaarung kommt in der Blütenregion niemals vor, jedoch manchmal am unteren, laubblatttragenden Teile des Stengels. Die Petalen sind weiß oder rosenrot[1] gefärbt, spatelförmig, ein- bis dreinervig (siehe Erklärung zu Fig. 4).

Diese Art steht der *A. Thunbergi*, zu der sie früher gestellt wurde, ziemlich nahe, unterscheidet sich jedoch sehr durch ihre außerordentlich charakteristischen Blätter, deren Blättchenform

[1] Auf der Etikette des von Naumann gesammelten Exemplars ist rosa als Blütenfarbe angegeben; nach dem Aussehen der Herbarexemplare dürfte es bei dieser Art aber auch weiße Petalen geben.

und Größe stets dieselbe Beschaffenheit aufweist. Bezüglich des Blütenstandes steht sie Ersterer nahe durch die Behaarung, nicht aber durch die Form desselben; in der Form des Blütenstandes hat sie eine gewisse Ähnlichkeit mit *A. chinensis*, vielleicht auch in der Gestalt der Teilblättchen. Die Blüten der *A. microphylla* sind denen der *A. Thunbergi* ähnlich.

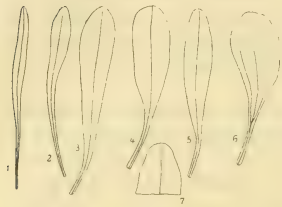


Fig. 4.

A. microphylla: 1 bis 5 typische Kronblätter; 6 abweichendes Kronblatt, wahrscheinlich aus einer Kreuzung *A. microphylla* × *japonica* hervorgegangen. Vergr. 8 mal.

Über die Standortverhältnisse der *A. microphylla* fand ich eine Angabe auf dem Zettel eines von Savatier gesammelten Exemplars: »habitat in umbrosis collium prope Yokoska«.[1] Die von Rainer-Kesslitz gesammelten Exemplare tragen die Etikette: »Wiesen um Nikko, VII, 1886«. Bei einem anderen Exemplar, das von Naumann gesammelt wurde, findet sich die Angabe: »Yokohama, lichter Wald«.

5. **Astilbe rubra** Hook. f. et Thoms.

(Taf. I, Fig. 1.)

A. rubra Hook. f. et Thoms., in Curtiss, Bot. Magaz., vol. XIII (third series), tab. 4959.
A. rubra C. B. Clarke, in J. D. Hooker, Fl. of Brit. Ind., p. 389.
A. rubra Franch., Plantae Delavayanae (1899), p. 230.
A. rubra Henry, in Gard. Chronicle (1902), p. 155.

Folia basalia quadriternata longe petiolata, in articulis et in petiolo ± pubescentia. Foliola ovata, apice obtuso acuminata, subcoriacea, duplice vel triplice argute serrata, basi aequilateralia rarius inaequilateralia, supra sparsim breviter hispidida, infra in nervis fusce hirsuta. Foliola foliorum basalium

[2] Herbar der Universität Wien (»ex herb. Mus. Paris«).

terminalia ovata vel obovata, basi cordata vel cuneata, 4—7 *cm* (in medio 5 *cm*) longa et 3—4 *cm* lata. Caulis 2—3-foliosus, flave vel fusce pubescens. Inflorescentia anguste oblonga, semel vel bis composita, racemi secundarii non patentes, breves, sub angulo ca. 30° orientes subrecti vel saepius sursum rhachidem versi, racemi tertiarii glomerati, brevissimi, densiflori. Rhachis robusta flave vel fusce pubescens. Flores subsessiles. Sepala 5—6, 1·2—1·7 *mm* (in medio 2·5 *mm*) longa et 1—1·5 *mm* lata, apice obtusa, rarius emarginata, margine membranacea glanduloso-dentata. Petala 5—6 succedance in petiolum attenuata, 3·5—6 *mm* (in medio 5 *mm*) longa et 0·5—1 *mm* (in medio 0·7 *mm*) lata. Stamina 10—12 petala aequantia vel breviora. Fructus 5—7 *mm* longi et 3—4 *mm* lati, carpella matura paulatim in rostrum angustata. Semina bicuspidata 2—2·5 *mm* longa. — Khasia; Bengal.

Herbarien:

Hb. Boissier: Shillong, 5200 ped., Coll. Clarke.
R.-Hb. Leyden: Khasia, 6000 ped., Herb. Ind. or., Hooker f. et Thomson; Khasia Hills, Herb. Hort. bot. Calcutt., Coll. Griffith.
Hb. Berlin: Khasia, 6000 ped., Coll. Hooker f. et Thomson; Shillong, 6000 ped., leg. Clarke; Khasia, Madphlang, 5600 ped., leg. C. B. Clarke; East Bengal. Herb. East Ind. Comp. 2490, Griffith.
Hb. Hofmus. Wien: Khasia, 6000 ped., Coll. Hooker f. et Thomson.

Diese Art wurde von Griffith in den Khasiabergen entdeckt. *A. rubra* ist eine Pflanze vom Habitus der *A. chinensis*, nur ist sie weit robuster gebaut. Der oberirdische Stengel dürfte, nach den vorhandenen Fragmenten zu urteilen, eine Höhe von etwa 1 *m* und eine Dicke von 5 *mm* erreichen. Der Wurzelstock ist am oberen Teil aufrecht und mit langen braunen Haaren dicht bedeckt. Die ganze Pflanze ist durch eine reiche Bekleidung mit braunen Haaren ausgezeichnet. In der Blütenregion sind diese Haare kürzer und dichter gestellt. Der blütentragende Stengel ist sehr kräftig; er ist in der oberen Region mehr oder weniger kantig oder (wenigstens an den Herbarexemplaren) rinnig. Die Blätter sind drei- bis vierfach zusammengesetzt, die Teilblättchen eiförmig oder verkehrteiförmig, die seitlichen der Dreiergruppen an der Basis viel weniger abgeschrägt, als bei den meisten anderen *Astilbe*-Arten.

Die Behaarung der Blättchen ist beiderseits eine zerstreutborstige, doch sind die Borsten auf der Oberseite kräftiger entwickelt (1 *mm* lang) als auf der Unterseite. Auf der Unterseite des Mittelnervs eines jeden Blättchens sind die Haare sehr dicht gestellt, so daß derselbe dadurch an dieser Stelle braun erscheint. Der Blütenstand ist in seinem gesamten Umfang sehr schmal und lang; bei einem Exemplar von Khasia (Herbarium Leyden, Nr. 8, 906—45) war er zirka 45 *cm* lang und 3 *cm* breit. Die Schmalheit desselben kommt dadurch zustande, daß die Trauben zweiter Ordnung verhältnismäßig kurz (nur einige Zentimeter lang) sind und unter einem Winkel von etwa 30° von der Spindel des Blütenstandes abstehen. Die Blüten selbst sind kurz gestielt und einander genähert. Sie besitzen 5 bis 6 Kelchblätter, 5 bis 6 Kronblätter und 10 bis 12 Staubgefäße. Die Petalen sind langspatelförmig, an der Spitze abgerundet oder ausgerandet[1] und von rosenroter Färbung (Fig. 5). Die Früchte und Samen sind auffallend groß. Diese Art weist, abgesehen von *A. macrocarpa*, die größten Früchte auf. (Schöne Früchte befinden sich im Hb. Berlin und im Hb. Leyden.) *A. rubra* ist eine Pflanze des Gebirges. Die in den Herbarien vorhandenen Exemplare stammen meist aus der Höhe von 5000 bis 6000 engl. Fuß (zirka 2000 *m*). Sie scheint sonst ähnliche Lebensbedingungen zu besitzen, wie *A. chinensis*. Franchet (Pl. Delav.) gibt an: »Junnan, ad fontes in monte Tsang-chan supra Tali (Delav. Nr. 469)«. Vgl. auch die Angabe bei *A. chinensis*, p. 71.)

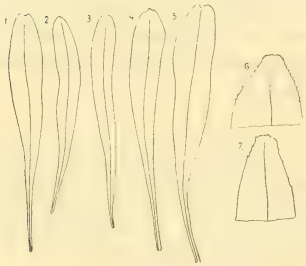


Fig. 5.
A. rubra: 1 bis 5 Kronblätter; 6 bis 7 Kelchblätter. Verg. 8 mal.

[1] Mitunter besitzen sie auf dem abgerundeten Vorderende ein kurzes aufgesetztes Spitzchen (siehe Figur).

6. **Astilbe leucantha** Knoll.

(Taf. IV, Fig. 1.)

A. leucantha Knoll, Beitrag, l. c., p. 132.

Folia basalia biternata vel triternata, in articulis et in petiolo fusce sparsim pubescentia. Foliola subglabra, tenuiter coriacea, ovata vel ovato-lanceolata, ± profunde et inaequaliter duplice serrata. Foliola terminalia 4—8 *cm* (in medio 6 *cm*) longa et 2·5—4·5 *cm* (in medio 4 *cm*) lata, ± longe acuminata (numquam obtusa); basis foliolorum terminalium in petiolulum attenuata vel ± cordata. Foliola lateralia petiolulata vel sessilia, basi inaequaliter subcordata raro late cuneata. Caulis 2—4- (plerumque 3-) foliosus, basi fusce pubescens. Inflorescentia anguste oblonga, bis vel ter composita; racemi secundarii non patentes, ± breves, in suprema inflorescentiae parte glomerati, sub angulo 20—40° orientes; racemi tertiarii pauciflori glomerati. Rhachides breviter flave glanduloso-pilosae. Flores brevissime pedicellati vel sessiles. Petala alba uninervia, longe spatulata, apice rotundata vel acuminata, 2·5—2·7 *mm* longa et 0·5—0·7 *mm* lata. Sepala 1·0—1·3 *mm* longa et 1·0—1·2 *mm* lata, apice obtusa vel emarginata, in parte superiore saepe ± glanduloso-erosodentata, margine submembranaceo. Stamina 10 petala ± aequantia. Fructus adhuc ignotus. — China centralis.

Herbarien:

Hb. Berlin: Zentralchina, West-Hupeh, Coll. Wilson 1086; Provinz Hupeh, Coll. Henry 6048; Patungdistrikt, China, Coll. Henry 4706.
Hb. Boissier: Provinz Hupeh, Coll. Henry 6048.

Im allgemeinen Habitus gleicht *A. leucantha* am meisten der *A. chinensis*, doch ist der Blütenstand viel kürzer und ärmer; ferner besitzt die Blüte der ersteren weiße, im übrigen an *A. chinensis* erinnernde Petalen und die Teilblättchen sind niemals abgestumpft, sondern stets oben zugespitzt; mit *A. Thunbergi* hat sie die Farbe und manchmal die Form der Petalen sowie die Behaarung der Blütenspindeln mit kurzgestielten braunen Drüsen gemeinsam. Aus den angeführten Merkmalen ergibt sich, daß *A. leucantha* eine Mittelstellung zwischen *A. chinensis* und *A. Thunbergi* einnimmt, ohne daß man sie

jedoch als direkte Übergangsform zwischen beiden bezeichnen dürfte.

Leider ist diese Art in den Herbarien sehr selten zu finden. Die Exemplare aus der Provinz Hupeh stellen ein recht einheitliches Individuenmaterial dar. Ihre Petalen sind einnervig, spatelförmig, mit verschmälerter abgerundeter oder verbreiterter ausgerandeter Spitze. Das Exemplar Nr. 4706 der Kollektion Henry (Patungdistrikt) dagegen besitzt nur spatel- bis lanzettförmige Petalen, welche sich vorn in eine scharfe Spitze verschmälern (siehe Textfig. 6). Die Blättchen des letztgenannten Exemplars sind schärfer gezähnt und etwas dicker als die der zuerst angeführten Exemplare. Sonst unterscheiden sich auch diese Exemplare in keinem wesentlichen Merkmal von dem zuerst geschilderten Typus. Ich habe schon früher[1] die Vermutung ausgesprochen, daß das von Franchet aus Moupine[2] angeführte Exemplar ebenfalls zu dieser Art gehören dürfte. Alle mir zugänglichen Exemplare besaßen Blüten, keines aber Früchte. Über die Standortverhältnisse habe ich aus den Herbarzetteln und der Literatur nichts entnehmen können.

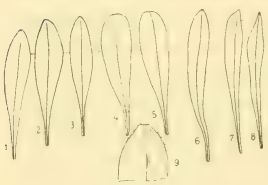


Fig. 6.

A. leucantha: 1 bis 8 Petalenformen, 1 bis 5 aus einer einzigen Blüte; 9 Kelchblatt. Vergr. 8 mal.

Die bereits in meinem Beitrag angegebenen Merkmale von *A. leucantha* sind demnach: Zugespitzte, ± dünnlederartige Blättchen vom Zuschnitt der Blättchen von *A. chinensis*; schmale länglich eiförmige Blütenstände; die Länge der untersten Trauben des Blütenstandes: das Siebentel bis Fünftel des Abstandes derselben von der Infloreszenzspitze; die Behaarung der Traubenspindeln mit kurzen braunen Drüsenhaaren; die lockerblütigen Trauben zweiter Ordnung und die oft nur auf zwei Blüten reduzierten Trauben dritter Ordnung; die oben dargelegte Charakteristik der Petalen.

[1] Beitrag, p. 133.

[2] Plantae Davidianae, pars II, p. 53 (1888, N. Arch. d. Mus.).

A. leucantha ist auf Zentralchina beschränkt. In diesem Gebiet Chinas kommt nur noch *A. chinensis* vor, deren Verbreitungsgebiet sich noch weiter bis zur Ostküste erstreckt. (Hier sei noch bemerkt, daß das einzige mir bekannt gewordene Festlandsexemplar von *A. Thunbergi* [seiner Etikette nach [1]] aus der Mandschurei stammt.) Aus dieser Isolierung in geographischer Hinsicht ergibt sich im Vereine mit den früher angeführten Merkmalen mit Sicherheit, daß *A. leucantha* wirklich als selbständige Art aufzufassen ist.

7. **Astilbe chinensis** Maxim.

(Taf. I, Fig. 3.)

Hoteia chinensis Maxim., Primitiae florae Amurensis, in Mém. Acad. imp. sci. St. Pétersbourg, Tome IX (1859), p. 120.

A. chinensis Maxim. mss. (ex parte!) Franchet et Savatier, Enumeratio plantarum Jap. (1875), p. 144.

A. chinensis α *typica* und γ *Davidii* Franch., Plantae Davidianae I., p. 121 f., in Nouv. Archives du Muséum, VI, 2e série (1884).

A. chinensis Davidii A. Henry, in Gard. Chronicle (1902), Vol. 32, Third ser., p. 95 und 103 (Fig. 34), p. 105 und 122.

A. chinensis (ex parte!) A. Henry, in Gard. Chronicle (1902), p. 155.

A. chinensis Knoll, Beitrag, l. c., p. 133.

Folia basalia bi- vel triternata, in articulis in petiolo ± pubescentia. Foliola subglabra, tenuiter coriacea, duplicato-serrata, ovata vel ovato-lanceolata. Foliola terminalia 3—6 *cm* (in medio 5 *cm*) longa et 2—3·5 *cm* (in medio 3 *cm*) lata, obtusa vel breviter acuminata, basi cordata vel cuneata. Foliola lateralia ± longe petiolulata vel sessilia, basi inaequaliter cordata. Caulis 1—3foliosus, fusce ± pubescens. Inflorescentia anguste raro latius oblonga semel vel bis composita; racemi secundarii non patentes, sub angulo 30—40° orientes et sursum ad rhachidem versi, raro (in inflorescentia late oblonga) paulo aversi, ± breves, densiflori, racemi tertiarii glomerati. Rhachides pilis longis flave vel fusce pubescentes. Flores sessiles. Petala linearia, 1—3nervia, rubra (lilacina), 4·5—6 *mm* (in medio 5 *mm*) longa et 0·2—0·5 *mm* (in medio 0·4 *mm*) lata, apice acuta. Sepala 1·0—1·5 *mm* (in medio 1·2 *mm*) longa et 0·7

[1] Vgl. Anm. 2 zu p. 133 meines Beitrages.

usque 1·5 *mm* (in medio 1 *mm*) lata; margine glandulosodentata, submembranacea; apice obtusa vel emarginata. Stamina 10 petalis breviora. Fructus maturus 3·5 *mm* longus et 2—2·5 *mm* latus; carpella matura in rostrum breve subito angustata. Semina bicuspidata. — China australis, borealis et centralis.

Herbarien:

Hb. Berlin: Hupeh, Coll. Henry 1853; Peking, leg. Bretschneider; Amur, Maximowicz, Iter sec.; Mongolie orientale, Gehol, leg. David; Provinz Szech'uan, Nanch'uan, Coll. Rosthorn 1835 und 421; West-Hupeh, Coll. Wilson 1318; Coast of Manchuria, Coll. C. Wilford; Shensi septentr., Kian-san, Coll. Giraldi 4976; Shensi senptentr., Thae-pei-san, Coll. Giraldi 1103; Szechuen septentr., Uomi-san, Coll. Giraldi 4980; Shensi septentr., Huan-ton-shan, Coll. Giraldi 4979; Shensi septentr., Ki-fon-san bei Pao-ki-scen, Coll. Giraldi 4983; Shensi septentr., Po-uo-ti, Coll. Giraldi 4975; Shensi septentr., Ngo-san, Coll. Giraldi 4982; Shensi septentr., Qua-in-san, Coll. Giraldi 4977; Shensi merid., Monte Tue-lian-pin, Coll. Giraldi 1102; China borealis, Provinz Kansu, in valle flum. Lumbu, leg. Potanin; Amur, Pompejefka, Maximowicz, Iter sec. (Exemplar mit Originalbestimmung Maximowicz's); Korea, Ouensan, Coll. Faurie 196; Korea, Kan-ouen-to, Coll. Faurie 193; Korea, Naipiang, Coll. Faurie 194.

Hb. Hofmus. Wien: Hakodate, Japan(!), Maximowicz, Iter sec. (Hier liegt wahrscheinlich eine Etikettenverwechslung vor. Es ist dies das einzige Exemplar »aus Japan«; bei dem reichhaltigen *Astilbe*-Material, das mir aus China und Japan zur Verfügung stand, hätten sich sonst wohl mehr Exemplare aus Japan gezeigt.) Coast of Manchuria, Coll. C. Wilford; Peking (Coll. Reichenbach fil.).

Hb. Univ. Wien: Manchuria, Wladiwostok, leg. Goldenstädt.

Hb. Boissier: China borealis, Provinz Szetschuan septentr., ad fl. Honton, leg. Potanin; Zentralchina, Provinz Hupeh, Coll. Henry 7665.

A. chinensis ist eine jener *Astilbe*-Arten, mit deren richtiger Abgrenzung gegenüber anderen Arten dieser Gattung sich bereits verschiedene Botaniker befaßt haben, ohne jedoch, wie ich glaube, das Richtige getroffen zu haben. Darauf soll aber erst später eingegangen werden. Vorerst soll an der Hand der Diagnose von Maximowicz festgestellt werden, welche *Astilbe*-Art der Autor mit diesem Namen bezeichnet hat. Hier folgt die Originaldiagnose in der ursprünglichen Form:

»*Hoteia chinensis* Maxim. Foliis bipinnatisectis, foliolis e basi subcordata (rarius attenuata) ovato-lanceolatis acuminatis

duplicato-serratis, foliolo terminali longe petiolulato; racemo composito, racemulis inferioribus cylindricis superioribus sensim brevioribus oblongis, omnibus sessilibus e glomerulis densiflоris compositis; floribus breviter pedicellatis, aperte campanulatis, calycis laciniis ovatis acutis quam petala lineari-spathulata plus duplo, quam stamina duplo brevioribus, germine bipartito calycem aequante.«

Genau zu dieser Diagnose stimmen jene Exemplare, welche, mit der Etikette »Ex herb. horti bot. Petropolitani. Maximowicz. Iter secundum. *Astilbe (Hoteia) chinensis*....« versehen, sich in mehreren Herbarien befinden. Man kann noch deutlich bemerken, daß die ursprüngliche Farbe der Petalen eine Art Purpurrot gewesen ist. Leider hat Maximowicz die Blütenfarbe nicht unter die Merkmale der Originaldiagnose aufgenommen; dem Umstand ist es teilweise zuzuschreiben, daß die spätere Verwirrung dieses Artbegriffes eintrat. Die Form der Petalen ergibt sich aus der Figur 7. Die von diesem Exemplar abgeleitete Art ist durch die dichte braune Wollbekleidung der Blütenstandspindeln und durch die linearen, zugespitzten, roten Petalen eindeutig bestimmt. Durch die Bemühungen, die von Miquel aufgestellte Art *A. odontophylla* mit der *A. chinensis* zu vereinigen und durch die gewaltsame Hinzufügung von *Astilbe*-Exemplaren, welche aus Japan stammten, wurde das Bild schließlich so verwirrt, daß sich niemand mehr bezüglich der *A. chinensis* auskannte. Franchet unterschied an seiner *A. chinensis* = *odontophylla* drei Varietäten:

α) *typica* — petala lilacina, apice obtusa; flores in racemos densos congesti. — China.
β) *japonica* — petala alba, apice paulo magis dilatata et obtusa; flores laxe racemosi. — Japonia.
γ) *Davidi* — petala lilacina linearia, apice haud dilatata, acuta; flores dense racemosi. — Mongolia.

Schließlich kam Franchet zu der Ansicht, daß es vielleicht gut wäre, *A. chinensis* im obigen Sinne, *A. Thunbergi* und *A. japonica* unter einem einzigen Artbegriff zu vereinigen: »Ces trois *Astilbe* de l'Asie orientale devront peut-être lorsqu'ils seront mieux connus être réunis sous une même dénomination

spécifique. Leur distinction ne réside en realité que dans la forme et la longuer de leurs pétales.«

Nun komme ich wieder auf die oben angeführten Franchetschen Varietäten zurück. Die var. β habe ich als gut umgrenzte Art erkannt und ausgeschaltet *(A. microphylla)*. Die beiden anderen Varietäten α und γ sind jedoch auch nicht aufrecht zu erhalten, denn ich fand an Exemplaren eines und desselben Standortes, ja in einer und derselben Blüte (Hb. Berlin, Coll. Faurie 194, Korea) beide oben als Unterscheidungsmerkmale angegebenen Eigenschaften ausgebildet.

Fig. 7.
A. chinensis: 1 Blüte; 2 bis 4 Petalen. Vergr. 8mal.

A. chinensis hat (in der von mir gegebenen Umgrenzung) dünnlederartige Blättchen, welche vorn in eine stumpfe Spitze verschmälert sind. Der Blütenstand ist eine lange, schmale, zusammengesetzte Traube. Die unteren Trauben besitzen eine Länge von einem Fünftel bis einem Drittel der Länge der gesamten Infloreszenz (gerechnet vom Ursprung der untersten Seitentraube bis zur Spitze der Endtraube). Alle Trauben sind sehr dichtblütig; bei aufgeblühten Exemplaren sind die Blüten so eng aneinander gestellt, daß die Achsen zweiter Ordnung nur selten sichtbar sind.

Die Blütenstiele sind kurz, die Petalen lang und schmal und vorn zugespitzt, niemals aber abgerundet, wenn auch manchmal mit stumpfer Spitze; wenn die Petalen eine stumpfe Spitze aufweisen, ist doch immer der Vorderteil derselben stark verschmälert und die Form der Petalen ist niemals derart spatelförmig, wie es für die *A. Thunbergi* angegeben wurde. Die breiteren Petalen haben bei unserer Art meist neben dem Mittelnerven noch zwei Seitennerven; doch ist dieses Merkmal nicht konstant, denn ich fand in einer und derselben Blüte manchmal Petalen mit und ohne Seitennerven. Die Farbe der Petalen ist lila. Die Staubblätter stehen an Länge hinter den

Petalen zurück und tragen blaue (immer?) Antheren. Die Einsenkung des Blütenbodens ist stärker als bei *A. Thunbergi*, aber schwächer als bei *A. japonica*. Die Früchte sind kurz geschnäbelt, der Schnabel deutlich abgesetzt.

Die nächste Verwandte der *A. chinensis* ist wahrscheinlich *A. rubra*, von welcher sie sich hauptsächlich durch die Petalengestalt und die Verhältnisse des Standortes unterscheidet. Vielleicht stellt *A. chinensis* die Talform, *A. rubra* die Gebirgsform eines diesen beiden Arten gemeinsamen Vorfahrs dar. Auch zu *A. leucantha* scheinen Beziehungen, wenn auch von entfernterer Art, vorhanden zu sein.

Über die Lebensbedingungen der *A. chinensis* erhalten wir durch die in der Literatur vorhandenen Angaben, besonders aber durch die Notizen auf den Herbarzetteln einige Kenntnis. *A. chinensis* wird angeführt[1] von den Ufern des Flusses Honton (leg. Potanin, Hb. Boissier), vom Tale des Flusses Lumbu (leg. Potanin, Hb. Berlin), »in montibus Kan-ouen-to communis« (Coll. Faurie, Hb. Berlin), »in humidis collium Ouensan« (Coll. Faurie, Hb. Berlin). Franchet (Plantae David., p. 122) gibt an, daß die Pflanze in »Gehol, an Bächen im Gebirge« vorkommt. Ähnliches sagt Maximowicz (Prim. fl. Amur., p. 120): »In-Schanberge, an Quellen«.

8. **Astilbe philippinensis** Henry.

A. rivularis Vidal, Revis. d. pl. vasc. Filip., p. 124 (1886).
A. philippinensis Henry, in Gard. Chronicle, Vol. XXIII, third. ser. (1902), p. 155, Art Nr. 8.

Folia bi- vel triternata in petiolo et in articulis sparsim fusce pubescentia. Foliola coriacea, duplice argute serrata, longe et anguste acuminata, supra sparsim breviter hispida, infra praecipue in nervis fusce hirsuta. Foliola terminalia foliorum basalium 8—15 *cm* longa et 2—6 *cm* lata, longe ovata vel longe rhomboidea, saepe incisolobata, basi cuneiformia vel

[1] Ich mache hier nur solche Angaben, welche sich auf die *A. chinensis* in dem von mir dargestellten Artumfang beziehen; die Angaben, welche ich nach Herbarzetteln zitiere, stammen von solchen Exemplaren, welche ich selbst als *A. chinensis* bestimmt habe.

cordata. Foliola lateralia basi inaequilateralia. Caulis paucifoliosus subteres, in infima parte et in nodis densius atrofusce pubescens. Inflorescentia bis composita, late pyramidalis; racemi secundarii non numerosi, inferiores in infima parte sine flores. Racemi tertiarii glomerati breves. Rhachides fusce glanduloso-pilosi. Flores sessiles vel breviter pedicellati. Sepala 5, ovata, obtusa, margine glanduloso-dentata, 1·5 *mm* longa et 1 *mm* lata. Petala 5; 3 *mm* longa et 1 *mm* lata (rubra?) uni- vel trinervia, late spatulata, apice rotundata. Stamina 8—10 petala aequantia. Fructus et semina mihi ignota. — Philippinen.

Herbarien:

R.-Herb. Leyden: Benguetdistrict., Hb. Insul. Philipp. in Ac. Lugd. Bat. (Comis. de la flora forestal de Filipinas Nr. 1352).

Das einzige mir zur Verfügung stehende Exemplar (Hb. Leyden) dieser Art stammt aus dem Distrikt Benguet der Philippinen. Vidal (in Revision de plantas vasculares filipinas p. 124) hat diese Pflanze als *A. rivularis* bezeichnet, von der sie sich jedoch sofort durch das Vorhandensein der Petalen unterscheidet. Henry hat diese Pflanze dann als selbständige Art erkannt und beschrieben. In nicht blühendem Zustand hat *A. philippinensis* tatsächlich eine habituelle Ähnlichkeit mit *A. rivularis*; auch der *A. indica* gleicht sie in ihrem Aussehen. Der oberirdische Stengel des mir vorliegenden Exemplars hat eine Länge von etwa 70 *cm*. Die Stengelinternodien sind fast kahl, nach oben zu wird die Behaarung jedoch stärker, was sich besonders in der Blütenregion geltend macht, wo auch die drüsige Beschaffenheit der Haare leicht wahrzunehmen ist. Vom Rhizom sah ich nur ein kurzes Stück im Zusammenhang mit dem oberirdischen Stengel; es ist von glänzend braunen Fasern und Schuppen umgeben. Am Stengel des mir vorliegenden Exemplars stehen drei Blätter, nach oben zu an Größe abnehmend. Die grundständigen Blätter scheinen größere und mehr eiförmige Teilblättchen zu besitzen, während die viel kleineren Teilblättchen an den Blättern des Stengels mehr langlanzettlich sind und eine mehr oder weniger stark verschmälerte Basis aufweisen. Die Teilblättchen sind in eine lange Träufelspitze verschmälert. Die Konsistenz des Blattes ist dünnlederartig; die Oberseite erscheint in getrocknetem

Zustand oft schokoladebraun, während die Unterseite eine licht gelbbraune Färbung aufweist. Die Behaarung der Blätter besteht aus nervenständigen braunen Borsten, welche an der Unterseite des Hauptnervs etwas dichter angeordnet sind. Der Blütenstand ist zweifach zusammengesetzt, von breitpyramidaler Form, die Trauben dritter Ordnung sind stark verkürzt und armblütig. Die von mir untersuchten Blüten zeigten 5 Kelchblätter, 5 Kronblätter, 8 bis 10 Staubgefäße und 2 Fruchtblätter. Die Kronblätter sind 3 *mm* lang, an der Spitze abgerundet und von breitspatelförmiger Gestalt und von einem Mittelnerven durchzogen. Die Farbe derselben läßt sich am getrockneten Exemplar nicht mehr sicher feststellen, doch dürften die Petalen im lebenden Zustand eine rote Färbung besitzen.

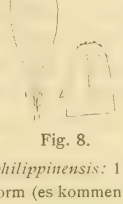


Fig. 8.

A. philippinensis: 1 Petalenform (es kommen auch einnervige Petalen vor); 2 Kelchblatt. Verg. 8mal.

II. Astilbe-Arten mit mehr oder weniger reduzierten Petalen.

9. **Astilbe macrocarpa** n. sp.

(Taf. I, Fig. 2.)

Folia basalia bi- vel triternata, in petiolo et in articulis parce fusce pubescentia. Foliola tenuiter coriacea, sparsim brevissime hispida, apice longe cuspidata, margine breviter duplice serrata. Foliola terminalia foliorum basalium 10 *cm* longa et 6 *cm* lata basi cordata, foliola lateralia basi inaequaliter cordata. Caulis teres in infima parte et in nodis parce fusce pubescens, ceterum glaber, paucifoliosus. Inflorescentia pyramidalis semel vel (rarius) bis composita; racemi secundarii elongati, laxiflori. Flores cum incipio petalorum reductionis, pedicellati. Sepala (in fructibus) 1·5—2 *mm* longa et 1—1·5 *mm* lata, ovata, apice attenuata obtusa, margine membranacea. Petala (in fructibus immaturis) in medio 1·5 *mm* longa et 0·3 *mm* lata, apice acuta, obsoleta. Stamina 10, (in fructibus) 4—5 *mm* longa. Fructus 5—7 *mm* longus et 3 *mm* latus, longe

pedicellatus. Carpella matura paulatim in rostrum longum attenuata. Semina 2 *mm* longa, longe bicuspidata.

Hb. Berlin: Ningpo Mts., leg. F. Faber.

Diese neue Art ist auf die (wahrscheinlich) von einem einzigen Exemplar herrührenden Fragmente einer *Astilbe* des Berliner Herbariums begründet worden, welche von F. Faber 1888 in China gesammelt wurden. Die Etikette trägt als Bezeichnung des Fundortes »Ningpo Mts.« Die Pflanze besitzt große kräftige Teilblättchen von breit herzeiförmiger Gestalt; sie erinnern vielfach an die Blättchen von *A. rivularis* und *A. indica*. Die Zähnung des Blattrandes ist eine sehr regelmäßige und für die Größe des Blattes (im Vergleich zu anderen *Astilbe*-Arten) ziemlich fein. Die Blättchen sind mit sehr schmalen, scharf abgesetzten Träufelspitzen versehen. Das Charakteristische dieser Art liegt jedoch in der Rückbildung der Petalen (siehe Fig. 9). Diese sind schmal, zugespitzt und erreichen nur die Länge der Kelchblätter. Die Früchte sind sehr groß (5 bis 7 *mm* lang) und die Carpiden gehen in einen langen schmalen Schnabel über. Die Spindeln des Blütenstandes sind braun und zeichnen sich durch eine äußerst geringe drüsige Behaarung aus. An den mir vorliegenden Exemplaren sind die Spindeln des Blütenstandes mehrfach unregelmäßig gebogen, was wohl nicht als eine für diese Art normale Erscheinung anzusehen ist. Vorausgesetzt, daß Blütenstand und Blätter, wie sie sich auf dem Herbarbogen befinden, zusammengehören, handelt es sich hier um eine wohlumgrenzte Art, welche sich leicht von allen übrigen unterscheiden läßt. Auch wenn die Blätter nicht hierher gehören sollten, repräsentiert die Beschaffenheit der Blüten und des Blütenstandes eine gute neue Art, selbst wenn dieses einzige Exemplar von einer vielleicht nicht ganz typisch gewachsenen Pflanze herstammen würde. Die Form des Blütenstandes hat eine entfernte Ähnlichkeit mit dem Blütenstand von *A. Thunbergi*, doch unterscheidet sich *A. macrocarpa* von letzterer, abgesehen von der Beschaffen-

Fig. 9.
A. macrocarpa.
Vergr. 8mal.

heit der Blüten und Früchte, durch die langen zarten Blütenstiele und die (vielleicht nicht immer) mannigfaltig gebogenen Spindeln der Trauben zweiter Ordnung. Bezüglich der zugespitzten Petalen und der langen Staubblätter, sowie in der Art des Blütenbodens erinnern die Blüten an *A. chinensis*, doch besitzt die Frucht der letzteren nur die halbe Größe von der Frucht der *A. macrocarpa*. Die Blätter erinnern, wie schon früher erwähnt wurde, an *A. rivularis*, doch unterscheidet sie von dieser Art, abgesehen vom Vorhandensein reduzierter Petalen, die Größe der Frucht, die Länge der Staubfäden und der Blütenstiele sowie die Gestalt des Blütenstandes und dessen Behaarung.

Es wäre zu wünschen, daß sich bald neue Exemplare dieser interessanten Art finden, um die noch vorhandenen Zweifel zu vernichten und mit größerer Sicherheit die Stellung dieser Art unter den anderen *Astilbe*-Arten aufzuklären.

10. **Astilbe biternata** (Vent.) Britt.

Tiarella biternata Vent., Jard. d. Malm., 54 (1803 bis 1804).
Tiarella biternata Pursh, Fl. Am. sept., 1, p. 313 (1814).
Tiarella? biternata DC., Prodr., IV, p. 51 (1830).
A. decandra Don, Prodr. Fl. Nepal., p. 211 (1825).
A. decandra A. Gray, Lond. Journ. of Bot., Vol. II (1843), p. 122 bis 124.
A. decandra Torr. et Gray, Fl. N. Am., I, p. 589 (1838 bis 1843).
Holeia biternata Dec., Ann. d. sc. nat. (sér. 2), t. 11, f. 11, 12 et 7, p. 36.
A. biternata Britt., Bull. Torrey Bot. Club, XX, p. 475 (1893).
A. decandra Henry, in Gard. Chronicle, 1902, p. 155.
A. biternata Britt. and Brown, Ill. Fl. N. Unit. States, II, p. 170.

Folia basalia triternata, caulina saepe biternata, in petiolo et in articulis glabra vel parce pubescentia. Foliola membranacea, saepe incisolobata, duplice argute serrata, glabra vel subtus pilosa. Foliola terminalia 5—15 *cm* (in medio 10 *cm*) longa et 5—14 *cm* (in medio 7 *cm*) lata, saepe trilobata vel rarius quinquelobata, apice et lobis longe acuminata, basi cuneata vel angustato-cordata, foliola lateralia saepe lobata valde inaequilateralia. Caulis paucifoliosus glaber vel parce pubescens. Inflorescentia bis vel ter composita, laxiflora; racemi secundarii et tertiarii elongati, sub angulo 45—90° orientes subpatuli, racemi ultimae ordinis saepe tantum biflori vel triflori. Rhachis breviter glanduloso-pilosa. Pedicelli breves vel nulli. Flores

(diocciopolygami?) cum ± perfecta reductione petalorum. Sepala 5, ovata, integra, raro margine glanduloso-dentata. 1—2 *mm* (in medio 1·3 *mm*) longa et 0·2—0·5 *mm* lata, apice rotundata vel obtuse acuta. Petala alba 5—0, anguste spatulata, 1·5 usque 4·5 *mm* longa et 0·2—0·5 *mm* lata, apice rotundata vel obtuse acuta. Stamina 10 (raro 12) aut 0. Fructus 4—5 *mm* longi et 2—3 *mm* lati. Carpella in rostrum angustum paulatim attenuata. Stigmata arida fructus extrorsum vel sursum versa. — Südliches Nordamerika.

Herbarien:

Hb. Berlin: Caesaris Head, Nord-Carolina, Coll. G. Engelmann; Busbee Mountain, Buncombe County, Nord-Carolina, Biltm. Herbarium Nr. 1524*a*; Kulturexemplare.

Hb. Hofmus. Wien, Hb. Leyden, Hb. Univ. Wien und Graz; Biltm. Herbarium Nr. 1524 (siehe oben!).

Hb. Boissier: Big Black Mountain, Harlan County, Kentucky, Coll. Kearney 117.

Der Entdecker dieser Art scheint nach den Mitteilungen, welche A. Gray darüber macht, Michaux zu sein. Von letzterem stammen die im Malmaisongarten kultivierten und später von Ventenat als *Tiarella biternata* beschriebenen Exemplare. Asa Gray, welcher diese Pflanze eingehend studiert hat, sah sie am natürlichen Standort und schreibt: »Mr. Curtis fand sie in Menge in der Nähe der Quellen des Linvilleflusses und an der Nordbucht, wo sie den Blicken Michaux' nicht entgehen konnte, und es ist auch ohne Zweifel, daß es sich hier um die *Spiraea Aruncus* var. *hermaphrodita* dieses Autors handelt. Sie sieht in der Tat der *Spiraea Aruncus* sehr ähnlich und in der Entfernung von einigen Ellen sind sie nicht leicht voneinander zu unterscheiden, doch in geringerer Entfernung ist die Ähnlichkeit weniger groß.« Die Ähnlichkeit dieser beiden letztgenannten Arten ist auch an Herbarexemplaren ziemlich auffallend. Sie liegt in der Gestalt der Blätter und in der Form und Farbe des Blütenstandes, doch unterscheidet sich *A. biternata* von *Aruncus silvester* sofort bei genauerer Betrachtung, abgesehen von den Blütenmerkmalen durch das großlappige Endblättchen, das in der Form manchen Ahornblättern ziemlich nahe kommt.

A. biternata ist gleich unserem *Aruncus silvester* eine Pflanze schattiger Wälder und bevorzugt besonders feuchte Orte an Flußufern. Damit im Zusammenhang steht auch das Vorhandensein einer wohlausgebildeten Träufelspitze. *A. biternata* ist diöcisch. Sie kommt in zwei Formen vor. »Die beiden Formen gewähren einen geradeso verschiedenen Anblick wie die männlichen und weiblichen Pflanzen der *Spiraea Aruncus*. Die Filamente der einen Form sind zwei- oder dreimal so lang als der Kelch und die spatelförmigen linearen Petalen, die wegen ihrer geringen Breite leicht über-

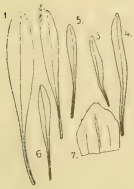


Fig. 10.

A. biternata: 1 bis 6 Kronblätter; 7 Kelchblatt. Vergr. 8mal.

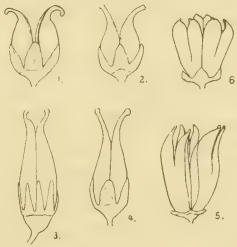


Fig. 11.

Früchte apetaler *Astilbe*-Arten (1 bis 4) und *Aruncus*-Früchte (5 und 6): 1 *A. rivularis*; 2 *A. myriantha*; 3 *A. platyphylla*; 4 *A. biternata*; 5 *Aruncus silvester* (Hakkodate, Japan); 6 *Aruncus astilboides* (Hayashine, 2200 *m*, Japan). Vergr. 4mal.

sehen werden, sind nahezu so lang wie die Stamina. Die Carpiden sind gut entwickelt und mit Samenknospen gefüllt, welche jedoch, soweit ich es beobachtet habe, nie fruchtbar sind. Die Stigmata sind kleiner als bei der fruchtbaren Pflanze und nicht papillös. Bei der anderen, der fruchtbaren Form, sind sowohl die Stamina als auch die Petalen entweder abortiert oder rudimentär und da sie kürzer sind als die Kelchblätter und bei getrockneten Exemplaren von ihnen eingehüllt werden, kann man sie leicht übersehen. Die Narben sind groß, abgestutzt und papillös; ein Teil der Samenknospen wird fruchtbar.[1]«

[1] Übersetzt nach A. Gray, l. c.

Nach Britton und Brown (l. c.) müßten dagegen auch die Samenknospen der von A. Gray als männlich bezeichneten Pflanzen fruchtbar sein, da sie *A. biternata* als diöcisch-polygame Art betrachten.

Diese Art ist mit der nächstfolgenden nahe verwandt.

III. Astilbe-Arten, deren Petalen vollkommen rückgebildet sind.

11. **Astilbe platyphylla** Boissieu.

A. platyphylla Boissieu, Bull. Herb. Boissier, 5 (1897), p. 684.
A. platyphylla Henry, in Gard. Chronicle, 1902, p. 171.

Folia basalia bi- vel triternata, (raro) in petiolo et (semper) in articulis longe flavofusce pubescentia. Foliola membranacea subglabra, incisolobata, profunde et duplice argute serrata, basi ± cordata, apice et lobis longe et anguste acuminata. Foliola terminalia plerumque valde lobata, longe petiolulata. Caulis paucifoliosus in parte inferiore longe flavo-fusce pubescens. Inflorescentia semel (vel bis?) composita laxiflora. Racemi secundarii elongati, sub angulo 60—90° orientes, saepe patentes et deorsum curvati, inter se fere aequilongi. Rhachis sparsim pubescens, in superiore parte glanduloso-pilosa. Flores breviter pedicellati. Sepala 8 anguste triangularia, apice acuto, 1 *mm* longa et 0·3 *mm* lata, integra. Petala desunt. Stamina 8 sepalis opposita. Fructus fere maturus 4 *mm* longus et 1·5 *mm* latus. Carpella subito angustata, breviter rostrata. Stigmata arida (an semper?) introrsum curvata. Semina bicuspidata. — Japan.

Herbarien:

Hb. Boissier: Forêts de Saruru (Yeso), Coll. Faurie 10480.

Diese Art ist am nächsten der *A. biternata* (Vent.) Britt. verwandt. In ihren Blättern gleichen sie einander vollkommen, nur sind die Zähne des Blattrandes bei *A. platyphylla* schmäler und meist mehr vorgezogen; doch unterscheidet sie sich von dieser Art sofort durch das gänzliche Fehlen der Petalen und durch ihre stets (?) zwitterigen Blüten. Auch durch die Achtzahl der Kelchblätter und Staubgefäße ist sie vor ihrer amerikanischen Verwandten ausgezeichnet. Ferner sind die Kelchblätter

bei *A. platyphylla* bei ungefähr gleicher Länge nur halb so breit als bei *A. biternata* (siehe Fig. 11, 3). Am Blütenstand kommen nur Trauben erster und zweiter Ordnung zur Ausbildung.

12. **Astilbe myriantha** Diels.

A. myriantha Diels, Beiblatt zu den Botan. Jahrbüchern (Engler), Nr. 82, Band 36, Heft 5.

Folia basalia bi- vel tripinnata, in petiolo et in articulis glabra. Foliola ovata, duplice serrata, basi interdum cordata saepe inaequalia, apice acuminata, utrinque praecipue ad nervos scabra. Foliola terminalia (foliorum caulinorum inferiorum) 5—8 *cm* longa et 4—5 *cm* lata, acuminata basi cordata vel cuneata. Caulis teres paucifoliosus glaber. Inflorescentia grandis ramosissime pyramidalis, bis vel ter composita; racemi secundarii sub angulo acuto (ca. 30°) prominentes, saepe sursum versi, elongati, sparsiflori. Rhachides breviter dense glanduloso-pilosi. Flores (an semper?) dioici. Flores masculi ignoti, flores feminei subsessiles vel breviter pedicellati. Sepala 5, pallida, 1 *mm* longa. Petala desunt. Staminodia parva. Fructus 2 *mm* longus et 1·5 *mm* latus. Carpella matura in rostrum (1 *mm* longum) paulatim attenuata. Stigmata exsiccata extrorsum versa. Semina 1 *mm* longa bicuspidata. — N. China.

Herbarien:

Hb. Berlin: Monte Si-ku-tzui-san, Shensi settentrionale (Cina), Coll. G. Giraldi 1104; Tui-kio-shen, Berge von Lao-y-huo, Coll. Giraldi 4974; Ngo-san, Coll. Giraldi 4981. (Originalexemplare!)

A. myriantha ist eine Pflanze von schlankem Wuchs und erreicht oft eine Höhe von über 1 *m*. Die Blättchen bilden in bezug auf ihre Form ein Mittelding zwischen *A. chinensis* und *A. Thunbergi*. Sie sind von dünner Beschaffenheit und in eine Spitze vorgezogen, sehr grob doppelt gesägt und nur unterseits an den Nerven (sehr spärlich) behaart. Es wurden bisher nur weibliche Exemplare gefunden. Die Blüten selbst sind die kleinsten unter allen von mir untersuchten *Astilbe*-Arten. Der Blütenboden ist sehr flach; eine Einsenkung der Carpiden in denselben ist fast gar nicht vorhanden (siehe Fig. 11 auf p. 77). Die Carpiden sind bis hinab frei.

A. myriantha unterscheidet sich von der im Habitus ähnlichen *A. Thunbergi typica* durch den Mangel der Petalen. Eine Verwechslung der Pflanze mit *A. rivularis* ist ausgeschlossen, da unsere Pflanze vor allem der mächtigen Behaarung entbehrt, welche bei *A. rivularis* so sehr ausgebildet ist. Auch ist der Wuchs der letzterwähnten Pflanze ein viel kräftigerer und die Farbe der Blätter und Stengel bei *A. rivularis* im getrockneten Zustand mehr oder weniger dunkel rotbraun, während die Stengel der getrockneten *A. myriantha* eine licht gelbbraune Färbung aufweisen. Auch sind bei letzterer die Blüten (ob immer?) diöcisch. Die Teilblättchen sind bei *A. myriantha* viel kleiner und dünner und zeigen an den Herbarexemplaren oberseits und unterseits eine gelblichgrüne Färbung. Über die Standortverhältnisse läßt sich aus den Herbarzetteln nichts entnehmen.

13. **Astilbe rivularis** Ham.

A. rivularis Ham., in Don, Prodr. Fl. Nepalensis (1825), p. 211.
A. rivularis DC., Prodr., IV (1830), p. 51.
Spiraea barbata Wall., Cat. n. 705 (zit. n. Ind. Kew, IV, p. 964).
Spiraea barbata Camb., in Jacquin, Voy. Bot., t. 58 (zit. n. Hooker, Fl. of Brit. India).
A. rivularis Clarke, in Hooker, Fl. of Brit. India, II, p. 389.
A. rivularis Henry, in Gard. Chronicle (1902), p. 156.

Folia triternata vel saepius tripinnata in petiolo et praecipue in articulis sparsim fusce pubescentia. Foliola coriacea (an raro membranacea?) longe acuminata, supra subglabra, infra in nervis pilis glanduliferis hirta, margine argute duplice serrata. Foliola terminalia foliorum basalium longe acuminata, ovata, 6—12 *cm* (in medio 8 *cm*) longa et 3—7 *cm* lata, basi cuneata vel subcordata. Caulis firmus subteres in inferiore parte plus minus longe fusce pubescens, in media parte subglaber, in superiore parte pilis glanduliferis subvillosus vel breviter hirsutus. Inflorescentia grandis bis vel ter composita, late pyramidalis, racemi secundarii sub angulo 30—40° orientes recti vel breviter declinati. Rhachides fusce glanduloso-pilosae. Flores sessiles vel breviter pedicellati. Sepala 4—5, albida, ovata, apice rotundata, margine submembranacea, integra, in superiore parte erosa, 1—1·5 *mm* longa et 0·7—1 *mm* lata, subglabra. Petala desunt.

Stamina 4—8 sepala duplo superantia. Fructus maturus 3 *mm* longus et 2 *mm* latus; carpella matura succedanee in rostrum breve attenuata. Semina 1·5—2 *mm* longa, longe et tenuiter bicuspidata. — Himalaya.

Herbarien:

Hb. Berlin: Chumbi, Coll. Dungboo; Sikkimhimalaya, Observatory Hill bei Darjeeling (über 7000 Fuß), Coll. H. Hallier; Sikkim, Darjeeling (6000 bis 8000 Fuß), Hb. Anderson 149; Khasia (5000 bis 6000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Simla (7000 bis 8000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Rangirnin, Provinz Sikkim, leg. Brandis; Darjeeling, Sikkim (6000 bis 8000 Fuß), Hb. Schlagintweit; Nepal, ex herb. Kunth; Mongpo, Sikkim (4000 Fuß), leg. Clarke; (ohne Fundortangabe) Hb. Sprengel.

Hb. Hofmus. Wien: Sikkim (6000 bis 7000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Nördlich von Simla, am Ostufer des Byas, Provinz Kulu, leg. Stolitzka; Himalaya, Massuri, Coll. Hügel 143; East Bengal, Hb. Griffith; Simla (7000 bis 8000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Khasia (5000 bis 6000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Gurhwal, Falconer, Hb. East Ind. Comp., Nr. 467.

Hb. Leyden: Simla (7000 bis 8000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Khasia (5000 bis 6000 Fuß), Hb. Ind. Or., Hooker f. et Thomson; Sikkim, Thomson; Nepal, ex Hb. Hasskarl (Wallich).

Hb. Boissier: Sikkimhimalaya, Observatory Hill bei Darjeeling, Coll. Hallier f.; Darjeeling (7000 Fuß), leg. C. B. Clarke; Mongpo (4000 Fuß), leg. C. B. Clarke.

A. rivularis ist eine mächtige Pflanze von bis $1^1/_2$ *m* Höhe mit stark entwickeltem, unterirdischem Wurzelstock. Doch sah ich ein Exemplar von Chumbi, Coll. Dungboo, aus dem Berliner Herbarium, welches im blühenden Zustand eine Höhe von nur $^3/_4$ *m* aufweist. Die grundständigen Blätter sind dreimal dreiteilig, wobei jedoch mehr oder weniger eine Annäherung an die dreifache Fiederung zu bemerken ist. Die Teilblättchen sind im lebenden Zustand oberseits dunkelgrün; im Herbarmaterial ist die Oberseite der Blättchen immer dunkelrotbraun, die Unterseite mehr oder weniger lichtbraun. Ihre Gestalt ist eiförmig zugespitzt, die Blättchenspitze mehr oder weniger als Träufelspitze vorgezogen. Das Endblättchen ist gestielt, mit symmetrisch verschmälerter Basis, während die gleich darunter folgenden Seitenblättchen eine schiefherzförmige Basis aufweisen und ungestielt sind. Der Blättchenrand ist scharf gesägt, die einzelnen Sägezähne mit vorgezogenen Spitzchen. Die Ober-

seite der Blättchen ist (nicht sehr dicht) mit steifen borstigen Drüsenhaaren besetzt, während die Unterseite an den Nerven mit weichen braunen Haaren bekleidet ist. Diese letzterwähnten Haare überziehen die ganze Pflanze und bilden an den Gelenken der Fiederblättchen und an der Blattstielbasis einen ziemlich dichten braunen Pelz. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die oberen Teile der ganzen Pflanze mit kürzeren braunen Haaren versehen sind als die untersten Partien, deren Haare oft eine beträchtliche Länge erreichen. Alle diese Haare sind entwicklungsgeschichtlich aus Drüsenhaaren hervorgegangen. Die Zahl der oberirdischen Stengel beträgt 3 bis 4; nach oben zu werden die Blätter immer kleiner, um in die Deckblätter der einzelnen Äste des Blütenstandes überzugehen. Der Blütenstand ist eine dreifach zusammengesetzte Traube (mit zentripetaler Aufblühfolge), sehr groß und reichblütig. Die Seitentrauben selbst sind an ihren Enden häufig nach unten bogig gekrümmt. Die beiden Carpiden sind ein wenig in die becherförmige Blütenachse eingesenkt (siehe Fig. 11 auf p. 77) Die Blütenteile sind hinsichtlich ihrer Anzahl stark reduziert. An Staubgefäßen ist nur ein einziger Kreis vorhanden, welcher den Kelchblättern gegenübersteht. Kelchblätter und Staubblätter kommen meist in der Fünfzahl vor; doch fand man auch Abweichungen (Vier- bis Achtzahl der Teile). Ich sah in einem Falle, wie die Vierzahl durch die »Verschmelzung« zweier benachbarter Kelchblätter zustande kam, doch glaube ich, daß auch sonst durch direkten Ausfall der einzelnen Blütenteile die Gliederzahl reduziert werden kann. Der Schauapparat der Blüte wird, da die Petalen fehlen, vom Kelch gebildet, welcher eine weißlichgrüne Färbung aufweist. Jede Blüte sitzt in der Achsel eines kleinen schmalen Deckblattes von der Länge der freien Kelchzipfel, daneben trägt der kurze Blütenstiel zwei noch kleinere, sehr schmale Vorblätter. Die Blütenspindeln und die Blütenstielchen sind reichlich mit Drüsenhaaren versehen. Die reifen aufgesprungenen Früchte sind breit, mit einem nach rückwärts gebogenen Schnabel (siehe Fig. 11 auf p. 77). Die Länge der Früchte beträgt 3 bis 4 *mm*, ihre Breite 2 *mm*. Die Samen sind $1^1/_2$ bis 2 *mm* lang und beiderseits mit einem schmalen langen Anhängsel versehen.

In verwandtschaftlicher Hinsicht steht diese Art der *A. indica* sehr nahe, von der sie sich, abgesehen von der geographischen Verbreitung, nur durch die Zahl der Blütenglieder unterscheidet. Eine gewisse habituelle Ähnlichkeit ist auch mit *A. chinensis* vorhanden. Im allgemeinen aber läßt sich über die *A. rivularis* nichts Bestimmtes aussagen. Sie stellt wahrscheinlich die Hochgebirgsform einer in unveränderten Nachkommen nicht mehr erhaltenen *Astilbe*-Art dar.

14. **Astilbe indica** Bl.

Cunonia indica Blume, Bijdrag. Fl. Ned. Ind., p. 867 (1825/6).
Spiraea speciosa Jungh., in Nat. en Geneesk., Arch. II, p. 41 (1845).
A. indica Blume, in Sched. herb. Lugd. Bat. (ohne Jahresangabe!).
A. speciosa Jungh., Java I, p. 520 (1853).
A. speciosa Jungh., Java [deutsch von Hasskarl] I, p. 378 f. (1857).
A. speciosa Miquel, Flora van Ned. Indie, I. Deel, 1. Afd., p. 393 (1855).
A. speciosa Koorders, Not. üb. d. Phan. Fl. Javas.
A. speciosa Henry, in Gard. Chronicle, Vol. XXIII, third. ser. (1902), p. 156.

Folia triternata vel saepius tripinnata, in petiolo et praecipue in articulis sparsim sed longe atrofusce pubescentia. Foliola coriacea longe acuminata, supra subglabra, infra in nervis pilis glanduliferis hirta, margine argute duplice serrata. Petioli in basi valde fusco-villosi. Foliola terminalia foliorum basalium longe acuminata, ovata, 10—16 *cm* longa et 6—11 *cm* lata, basi cordata, foliola lateralia basi inaequaliter cordata. Caulis teres vel sub pedicellis sulcatus, praecipue in inferiore parte pilis longis fuscis hirtus. Inflorescentia grandis bis vel ter composita, late pyramidalis; racemi secundarii sub angulo 20—45° orientes, superiorus ± recti, inferiores longiores a caule ± declinati. Rhachides dense fusce pilosae. Flores breviter pedicellati. Sepala 4—5, albida, lanceolato-ovata, apice ± rotundata, margine membranacea integra, 1·5 *mm* longa et 0·5—0·7 *mm* lata, glabra. Petala desunt. Stamina 8, rarius 10, sepala duplo superantia. Fructus 2·5—3 *mm* longus et 2 *mm* latus. Carpella (2, raro 3) matura in rostrum breve attenuata. Semina 1·5 *mm* longa, longe et tenuiter bicuspidata. — Java.

Herbarien:

R.-Hb. Leyden: prope Ngadisari, Java, leg. Koorders; Java, ex herb. Blume (sehr reichhaltig).
Hb. Berlin: Java, Coll. Zollinger Nr. 1781.

A. indica ist eine große *Astilbe*-Art, welche sich von *A. rivularis*, abgesehen von der geographischen Verbreitung, nur in geringfügigen Merkmalen unterscheidet. Bei *A. indica* sind die Blättchen im Durchschnitt etwas größer als bei *A. rivularis*. Ferner ist die Behaarung an den Knoten und besonders an den Blattbasen eine viel reichere. Die Anzahl der Staubgefäße bildet das wichtigste Unterscheidungsmerkmal. Es sind meist 8, selten bis 10 Staubgefäße vorhanden, welche an Größe den Kelch um das Doppelte überragen. *A. rivularis* besitzt im Gegensatz hierzu nur 4—8 Staubblätter.

Über *A. indica* schreibt Junghuhn: »Auf ähnliche Art wie dieser Farn (*Campteria* sp.), hie und da zerstreut, kommt in Mitteljava ein ausgezeichneter schöner Halbstrauch vor, der 5 bis 10 Fuß hoch wird und den ich nur in einer einzigen Gegend, nämlich im Gebirge Diëng zwischen den Dörfern Batur und Diëng in einer Höhe von 5000 bis 6000 Fuß angetroffen und als *Spiraea speciosa* beschrieben habe..... Seine gestreiften, inwendig hohlen Stengel sind an den Gelenken, da wo die scheidenartig erweiterten Blattstiele entspringen, mit ungeheuer langen, schweifförmigen Haaren von fuchsroter Farbe besetzt und tragen an der Spitze sehr große, zusammengesetzte Blütenrispen. Die Blütenstiele und Äste dieser Rispe hängen abwärts und sind über und über mit langen Filzhaaren bedeckt, die eine glänzende, fuchsrotgelbliche Farbe haben.« Über *A. indica* sagt Koorders, der diese Spezies ebenfalls gesammelt hat: »Strauch mit Einbegriff der kolossalen Blütenrispen bis $1^1/_2$ *m* hoch. Blätter unten blaßgrün, Blüten weiß. Auf 2000 *m* bei Ngadisari nur in einer Schlucht am Bache mehrere Exemplare gesehen, nicht oberhalb 2100 *m*, jedoch auf 1700 *m* nicht selten. Lokaler Name: Djebugan (Jav.). Sanglir (Jav.) bei Ngadisari.«

Schlüssel zur Bestimmung der Arten.

1.

Petalen vorhanden 2
Petalen fehlend 10

2.

Petalen gut entwickelt, stets länger als die Kelchblätter, Früchte kürzer als 5 *mm* 3

Petalen unscheinbar, nur so lang wie die Kelchblätter, Früchte über 5 *mm* lang ..... *A. macrocarpa* n. sp. [China].

3.

Zahl und Größe der Petalen im ganzen Blütenstand konstant 4

Zahl und Größe der Petalen in einem und demselben Blütenstand variabel, Petalen manchmal auch ganz rückgebildet, Gynäceum verkümmert .....
A. biternata (Vent.) Britt. [Nordamerika].

4.

Blüten langgestielt (Stiele über 1 *mm* lang), die unteren Blütenstiele der Trauben meist einige Millimeter lang; alle Teilblättchen mit schmalkeilförmiger Basis. Petalen weiß, spatelförmig .....
A. japonica (Morr. et Decn.) A. Gray [Japan].

Blüten kurz gestielt (Stiele unter 1 *mm* lang), meist sitzend; nur das Endblättchen manchmal mit keilförmiger Basis 5

5.

Blütenstand an den Spindeln mit kurzen Drüsenhaaren bekleidet. Farbe der Petalen weiß oder verschiedene Abstufungen von Rot 6

Blütenstand an den Spindeln dicht wollhaarig, Farbe der Petalen rot 9

6.

Endblättchen mit langvorgezogener, meist sehr deutlich abgesetzter Spitze; Blütenstand breit pyramidal (die unteren Seitentrauben ein bis zwei Drittel der Länge der gesamten Infloreszenz[1]) 7

[1] Gemessen von der Ursprungstelle der untersten Seitentraube bis zur Spitze der Endtraube.

Endblättchen mit kurzer Spitze oder vorn stumpf; Blütenstand länglich, oft ziemlich schmal (Länge der unteren Seitentrauben ein Siebentel bis ein Drittel der Länge der gesamten Infloreszenz[1]) 8

7.

Teilblättchen meist dünn, Petalen schmalspatelförmig (0·3 bis 1·3 *mm*, im Mittel 0·5 *mm* breit, 2·5 bis 4·5 *mm*, im Mittel 3·5 *mm* lang), unterer Teil des Stengels fast kahl. *A. Thunbergi* (S. et Z.) Miquel [Japan, China?].

Teilblättchen dünnlederartig, Petalen breitspatelförmig (1 *mm* breit, 3 *mm* lang), unterer Teil des Stengels mit dichter brauner Haarbekleidung ..... *A. philippinensis* Henry [Philippinen].

8.

Endblättchen der unteren Stengelblätter 2 bis 5 *cm* (im Mittel 3 *cm*) lang und 1·5 bis 5 *cm* (im Mittel 2·5 *cm*) breit, vorn abgerundet oder stumpf zugespitzt. Infloreszenz reichblütig, Blüten stark geknäuelt. Petalen stets abgerundet .. *A. microphylla* Knoll [Japan].

Endblättchen der unteren Stengelblätter 4 bis 8 *cm* (im Mittel 6 *cm*) lang und 2·5 bis 4·5 *cm* (im Mittel 4 *cm*) breit, in eine kurze Spitze verschmälert. Infloreszenz armblütig, meist nur wenig verzweigt. Petalen abgerundet oder zugespitzt ..... *A. leucantha* Knoll [Zentralchina].

9.

Petalen spatelförmig, höchstens sechsmal so lang als breit, einnervig, Spitze stets abgerundet, seltener ausgerandet[2] ... *A. rubra* Hook. f. et Thoms. [Khasia].

Petalen linear, mindestens achtmal so lang als breit, mit scharf zugespitztem Vorderende, ein- bis dreinervig ..... *A. chinensis* Maxim. [China].

[1] Gemessen von der Ursprungstelle der untersten Seitentraube bis zur Spitze der Endtraube.

[2] Mitunter in die apicale Ausrandung oder über das abgerundete Ende ein kleines stumpfes Spitzchen vorragend.

10.

Teilblättchen von zarter Konsistenz, Endblättchen oft ahornähnlich gelappt, manchmal Petalen ausgebildet 11
Teilblättchen dünnlederartig, Endblättchen nur selten gelappt, niemals Petalen ausgebildet 12

11.

Zahl der Kelchblätter 8 .....*A. platyphylla* Boiss. [Japan].
Zahl der Kelchblätter 5 .....
A. biternata (Vent.) Britt. [Nordamerika].

12.

Behaarung der Blütenspindeln mit lichten Drüsenhaaren, Blattgelenke und Stengelbasis fast kahl.....
A. myriantha Diels [China].
Behaarung der Blütenspindeln mit dunkelbraunen Drüsenhaaren; an den Blattgelenken und an der Stengelbasis sehr stark behaart 13

13.

Zahl der Staubblätter 4 bis 5, nur hie und da in einer Blüte 8
A. rivularis Ham. [Himalaya]
Zahl der Staubblätter 8 bis 10...*A. indica* (Bl.) Jungh. [Java].

Anm. Zwischen *A. Thunbergi* und *A. japonica* kommen häufig Bastarde vor.

Die vorliegende Arbeit wurde über Anregung von Prof. Dr. K. Fritsch im botanischen Laboratorium der Universität Graz ausgeführt. Für die Anregung zu diesen Untersuchungen sowie für die vielseitige Förderung meiner Arbeit sei an dieser Stelle dem Vorstand des obigen Institutes, Herrn Prof. Dr. K. Fritsch, der wärmste Dank ausgesprochen.

Im übrigen fühle ich mich auch den Direktionen jener Herbarien zu Dank verpflichtet, welche mir in liebenswürdigster Weise ihr *Astilbe*-Material zur Verfügung stellten. Es sind dies die Herbarien der Universitäten Berlin und Wien, das

Herbarium der botanischen Abteilung des Wiener Hofmuseums, das Reichsherbarium in Leyden und das Herbier Boissier in Genf.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *A. rubra* Hook. f. et Thoms., Hb. Berlin (Khasia, 6000 Fuß, Coll. Hooker f. et Thomson).
Fig. 2. *A. macrocarpa* n. sp., Hb. Berlin (Ningpo Mts., leg. F. Faber.
Fig. 3. *A. chinensis* Maxim., Originalexemplar des Hb. Berlin (Amur, Pompejefka, Maximowicz, Iter sec.).

Tafel II.

Fig. 1. *A. Thunbergi* var. *congesta* m., Hb. Boissier (Japan, Mombetsu, Coll. Faurie 799).
Fig. 2. *A. Thunbergi* var. *typica* m., Hb. Hofmus. Wien (Japan, Nagasaki, Maximowicz, Iter sec.).
Fig. 3. *A. Thunbergi* var. *typica* m., Hb. Univ. Wien (Japan, Kiu-shiu, Coll. Univ. Tokyo).

Tafel III.

Fig. 1. *A. japonica* (Morr., Decn.) A. Gray, Hb. Leyden (Japan, ohne weitere Angabe).
Fig. 2. *A. japonica* (Morr., Decn.) A. Gray, Hb. Univ. Wien (Japan, Kuki-Tosa, Coll. Faurie).
Fig. 3. × *A. intermedia* nov. hybr. (*A. Thunbergi* × *japonica*), Hb. Univ. Wien (Japan, Taradake, Coll. Faurie? 3227).

Tafel IV.

Fig. 1. *A. leucantha* Knoll, Hb. Boissier (Zentralchina, Hupeh, Coll. Henry 6048).
Fig. 2. *A. microphylla* Knoll, Hb. Berlin (Japan, Yokohama, leg. Naumann).
Fig. 3. × *A. intermedia* nov. hybr., Hb. Leyden (Japan, leg. Siebold, ohne genauere Angaben).

Fig. 1 der Taf. III und Fig. 3 der Taf. IV sind auf die Hälfte, alle übrigen Figuren auf etwa ein Viertel der natürlichen Größe verkleinert.

Fig. 1
A. rubra Hook. f. et Thoms.

Fig. 2
A. macrocarpa n. sp.

Fig. 3
A. chinensis Maxim.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII, Abt. I 1909.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Fig. 1
A. Thunbergi (S. et Z.) Miq. var. congesta Knoll.

Fig. 2
A. Thunbergi (S. et Z.) Miq. var. typica Knoll.

Fig. 3
A. Thunbergi (S. et Z.) Miq. var. typica Knoll.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII, Abt. I, 1909.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 1
A. japonica (Morr. et Decn.) A. Gray.

Fig. 2
A. japonica (Morr. et Decn.) A. Gray.

Fig. 3
× A. intermedia nov. hybr.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII, Abt. I, 1909.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 1
A. leucantha Knoll.

Fig. 2
A. microphylla Knoll.

Fig. 3
× A. intermedia nov. hybr.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII, Abt. I, 1909.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. II. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Eine blütenmorphologische und embryologische Studie über Datisca cannabina L.

von

Wolfgang Himmelbaur.

Mit Subvention aus der Erbschaft Treitl.

(Mit 1 Doppeltafel und 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Februar 1909.)

Einleitung.

Im folgenden soll die Geschichte der weiblichen Blüte von *Datisca cannabina* niedergelegt werden. Es wurden Anlagen der weiblichen Blüte vom Vegetationshöcker an bis zur Embryobildung und weiterhin bis zum reifen Samen verfolgt. Die Arbeit gliedert sich in zwei Hauptteile, einen morphologischen, der die Anlage des Einzelblütenstandes erläutert, und in einen embryologischen, der die Entwicklung der Samenanlage aus der Placenta heraus bis zur Befruchtung und Embryobildung behandelt. Anhangsweise kommt eine möglichst vollständige Zusammenstellung der bisher mit *Datisca* angestellten Versuche und Beobachtungen über Parthenogenese und dann eine Schilderung eigener Versuche.

Methode.

Ende Juni, anfangs Juli 1907 wurden von den Blütenständen einer weiblichen *Datisca cannabina* im botanischen Garten der Wiener Universität einzelne Blüten in den verschiedensten Größen fixiert. Als Fixierungsmittel dienten die Flemming'sche Lösung (180 cm^3 Chromsäure 1%, 24 cm^3 Osmiumsäure 2%, 12 cm^3 Eisessig, rein, 210 cm^3 destilliertes Wasser), die Guignard'sche Flüssigkeit ($^1/_2$ g Eisenchlorid,

2 cm^3 Eisessigsäure, 100 cm^3 gewöhnliches Wasser), die Juelsche Lösung (2 g Zinkchlorid, 2 cm^3 Eisessigsäure, 100 cm^3 Alkohol 50%), Alkoholeisessig (absoluter Alkohol : Eisessig = 3 : 1) und das Pfeiffergemenge (gleiche Teile von Formaldehyd 40%, rektifiziertem Holzessig und Methylalkohol) in 20prozentiger wässeriger Lösung. Für junge Stadien, also etwa bis zur Entwicklung der Makrosporenmutterzelle (Embryosackmutterzelle, Archesporzelle), scheinen obige Flüssigkeiten ein ziemlich gleich günstiges Resultat zu ergeben. Für spätere Stadien jedoch ist nur Alkoholeisessig anzuraten. Die übrigen Lösungen erzeugten ein vollständiges Schrumpfen der Samenanlagen. Es scheint, daß die schnelle Einwirkung des Alkoholeisessigs (4 bis 6 Stunden genügen zum Fixieren) für das Fixieren der Samenanlagen von Bedeutung ist. Von Vorteil ist es auch, größere Fruchtknoten, trotzdem sie oben offen sind, ein wenig zu köpfen. — Die Schnitte mit dem Mikrotom waren 10 μ dick. Die Färbung erfolgte am günstigsten durch Safranin-Gentianaviolett. Hämatoxylin wurde auch angewendet. Die Zahl der Schnittserien betrug zirka 200.

Geschichte der weiblichen Blüte von Datisca cannabina.

Ontogenie der weiblichen Blüte.

Erste Anlage. An der Vegetationsspitze eines ganz jungen Sprosses sind die einzelnen Ausstülpungen räumlich noch sehr nahe beieinander (vgl. das bekannte Bild von Sachs[1] [1], p. 49, Vegetationsspitze v. *Hippuris*). Ein dünner Querschnitt durch diese hat daher praktisch den Wert einer Horizontalprojektion des Sprosses. Führt man nun Querschnitte durch Vegetationsspitzen der Blütenstände von *Datisca*, so zeigt sich die Hauptachse und, von ihr ausgehend, im Umkreis Ausstülpungen. Der Winkel (Divergenz, Wiesner, p. 56), den zwei in der Entwicklung aufeinander folgende Ausstülpungen einschließen (der Querschnitt gilt als Horizontalprojektion), beträgt ein Drittel des Kreisumfanges.

[1] Bei den Autoren siehe das Literaturverzeichnis.

Im Inneren der Hauptachse ist der Gefäßbündelring sehr deutlich, auch ziehen Gefäßbündelstränge, zu zwei bis vier vereinigt, in die Ausstülpungen hinaus. Im weiteren Verlauf teilen sich diese Stränge in drei kleinere Gruppen, die fast senkrecht zueinander ausstrahlen (Fig. 1, Abb. 1).[1] Das mittlere Gefäßbündel wird zum Leitelement eines Tragblattes und erhält sich als solches fast bis zur Spitze desselben (Abb. 1 bis 15). Die beiden seitlichen Gruppen ernähren das Achselprodukt des eben erwähnten Tragblattes und vereinigen sich in einen Ring von fünf Strängen (Abb. 2). Zwei von diesen fünf Strängen zweigen noch einmal seitlich ab (Abb. 3), die drei übrigen bleiben beisammen. Eine der erwähnten Ausstülpungen ist also ein Tragblatt mit einem Achselprodukt, das aus einem mittleren und zwei kleineren seitlichen Teilen besteht. Die beiden seitlich abgezweigten Gefäßbündel verschwinden bald (Abb. 4 und 7) und man merkt auch keine sie etwa fortsetzenden Zellzüge.

Es sei vorausgeschickt, daß das mittlere große Achselprodukt ein Fruchtknoten ist und die beiden seitlichen kleineren ebenfalls zwei Fruchtknoten. Auch diese stehen in der Achsel von Tragblättern, die sich deutlich loslösen (Abb. 7 und 8). So wie die Tragblätter der seitlichen Blüten[2] als transversale Vorblätter der mittleren Blüte aufzufassen sind, so haben diese kleinen Blüten ihrerseits wieder transversale Vorblätter (Abb. 8). Diese sind natürlich winzig und treten nicht immer auf.

Zahl der Fruchtblätter und Placentation. Im folgenden wird nur die Entwicklung des mittleren Fruchtknotens gezeigt. In mäßiger Höhe — die einzelnen Fruchtknoten haben sich kaum noch getrennt — verschwinden die Gefäßbündel bis auf das des Tragblattes, das sich, wie erwähnt, bis zur Spitze erhält (Abb. 4 bis 6). Das mittlere Achselprodukt, das schon vorher leise an ein auf den Bogen des Tragblattes gestelltes gleichseitiges Dreieck erinnerte, zeigt eine Höhlung, ebenfalls im Umriß eines Dreieckes (Abb. 9). Nur sind die Wände nicht mit den Außenwänden parallel, sondern etwas nach innen

[1] Die beistehende Serie (1 bis 15) zeigt nicht alle Schnitte, sondern nur die wichtigsten.

[2] Ein Fruchtknoten bildet mit drei kleinen, oberständigen, superponierten Perianthblättern bei *Datisca* die stark vereinfachte Einzelblüte.

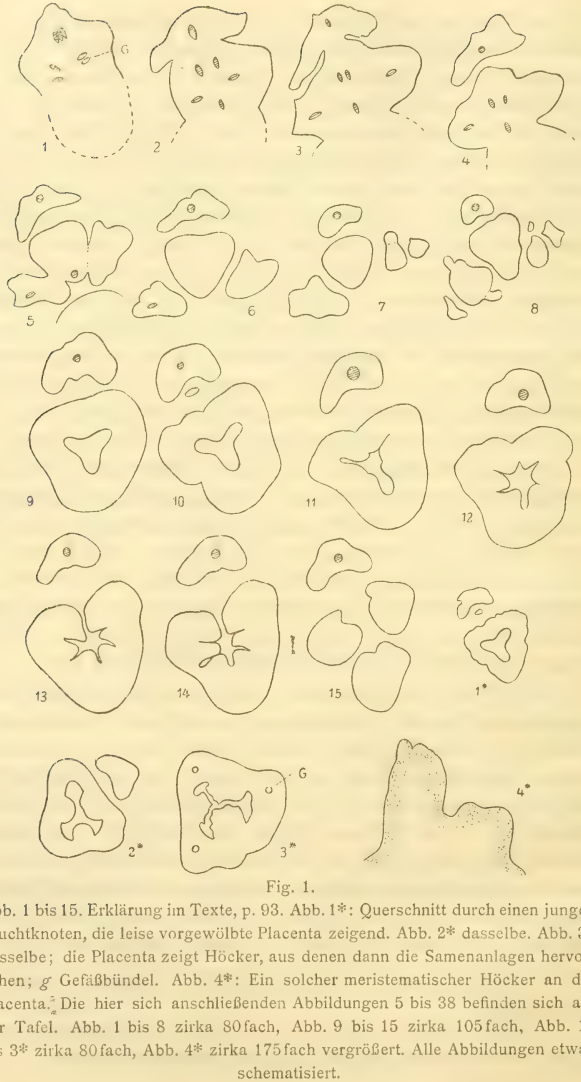


Fig. 1.

Abb. 1 bis 15. Erklärung im Texte, p. 93. Abb. 1*: Querschnitt durch einen jungen Fruchtknoten, die leise vorgewölbte Placenta zeigend. Abb. 2* dasselbe. Abb. 3* dasselbe; die Placenta zeigt Höcker, aus denen dann die Samenanlagen hervorgehen; *g* Gefäßbündel. Abb. 4*: Ein solcher meristematischer Höcker an der Placenta. Die hier sich anschließenden Abbildungen 5 bis 38 befinden sich auf der Tafel. Abb. 1 bis 8 zirka 80fach, Abb. 9 bis 15 zirka 105fach, Abb. 1* bis 3* zirka 80fach, Abb. 4* zirka 175fach vergrößert. Alle Abbildungen etwas schematisiert.

eingewölbt. Eine derartige Höhlung läßt sich durch den ganzen Fruchtknoten bis zu den Narben verfolgen. Der Fruchtknoten von *Datisca cannabina* ist oben nicht geschlossen, sondern offen so wie bei *Reseda* und trägt drei zweispaltige, weit ausgreifende Narbenlappen. Die Narben gehen also direkt in die Fruchtknotenwand über. Dort nun, wo der Narbenanschluß erfolgt, tritt ein Spalt in der Mitte der Erhöhung der Fruchtknotenwand auf (Abb. 11). Die Höhlung zeigt das Bild eines sechsstrahligen Sternes (Abb. 12). Der Spalt wird immer länger und geht endlich ganz durch die Wölbung (Abb. 13 und 14). Wir haben dann drei halbmondförmige Gebilde im Querschnitt mit einer leisen Einbuchtung in ihrer Mitte, dem Reste der ursprünglichen Höhle (Abb. 15).

Diese drei Gebilde sind Schnitte durch die zweispaltigen Narbenlappen. Der Fruchtknoten besteht dem Augenschein nach also aus drei Karpellen, die im unteren Teile miteinander verwachsen sind, im oberen in die zweispaltigen Narben auseinandergehen. Je ein Narbenzipfel verläuft nach unten zu in den Rand des Fruchtblattes. Dieser ist mit dem benachbarten Fruchtblattrand zu der erwähnten Vorwölbung, der Placenta, vereinigt. Übereinstimmend mit der Entwicklung der drei Fruchtblätter geht die Ausbildung der Gefäßbündel dieser Blätter. Junge Fruchtknotenanlagen haben drei Gefäßbündel in der Mitte ihrer Karpelle (Fig. 1, Abb. 3*), ältere erhalten dann noch drei sekundäre Gefäßbündel, die oberhalb der Placenten auftreten und dieses wichtige Bildungsgewebe ernähren, reife Fruchtknoten endlich sind in ihrer Wand überall von Gefäßbündeln durchzogen.

Zur Ergänzung diene noch das folgende Schema (Fig. 2).

Denkt man sich die drei Fruchtblätter aufgerollt nebeneinander gelegt, so bietet sich das nächste Bild dar. Die zweilappigen Narben gehen in den sehr kurzen Griffel über (der hier aber nicht verwachsen ist) und dieser wiederum in die Fruchtknotenwand, die sich in den Stiel verschmälert. Die meristematischen Ränder der Fruchtblätter sind schraffiert. Die empfängnisfähige Narbe geht in die Placenta über. Eine Konstruktion von Querschnitten aus verschiedenen Höhen durch obiges Gebilde ergibt, wenn man sich die einzelnen Teile wieder in ihre

natürliche Lage zurückgerollt denkt, die nebenstehenden drei Bilder. Diese durch die Konstruktion geforderten Bilder werden tatsächlich durch entsprechende Querschnitte belegt (Fig. 1, Abb. 9, 10, 12, 15).

Daß es eine »Verwachsung« der drei Fruchtblätter auch hier nicht gibt, sondern daß die Verwachsung der drei Blätter

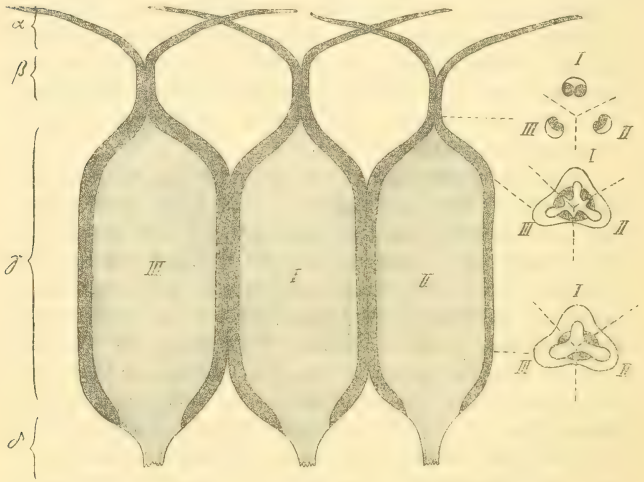


Fig. 2.

α Narbenlappen. γ Fruchtknotenwand.
β Griffel, frei. δ Stiel.

»kongenital« ist, zeigen jüngste Anlagen, wo die Fruchtknotenhöhlung noch nicht durch die beiden vereinigten Placenten eingeengt wird (Fig. 3 *a*). Höhere Schnitte treffen dann drei Höcker, die Uranlagen der Karpelle (Fig. 3 *b*).

Diagramm. Ein Diagramm durch die reife Blüte entspricht dem Bilde, wie es Eichler (p. 452) bringt. Auch die den Fruchtblättern entgegengestellten drei kleinen Läppchen, die in den Diagnosen dementsprechend berücksichtigt werden, waren nachzuweisen. Payer (p. 371 bis 373, pl. 81) erwähnt noch

das Auftreten eines zweiten alternierenden Wirtels, der später auftreten und dann schwinden soll. Eichler spricht p. 452 davon, daß bei drei Perigonabschnitten die Stellung $^1/_2$ sei. Das mag wohl ein Irrtum sein und soll, wie oben gezeigt wurde, $^1/_3$ heißen.

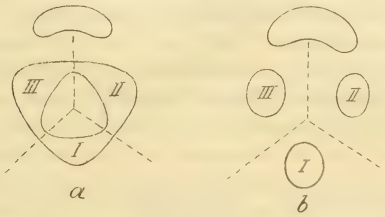


Fig. 3.

Ein Diagramm des ganzen Achselproduktes eines Tragblattes stellt sich nach den Untersuchungen, wie folgt, dar.

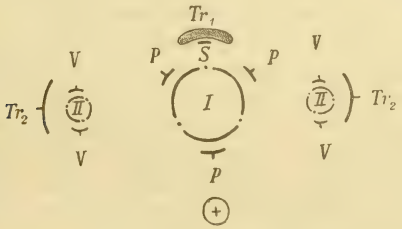


Fig. 4.

⊕ Relative Hauptachse.
Tr_1 Tragblatt erster Ordnung.
Tr_2 Tragblatt zweiter Ordnung (Vorblatt erster Ordnung).
V Vorblatt zweiter Ordnung.
P Perianthläppchen (superponiert).
S Schüppchen.

Zwischen dem Fruchtknoten I und seinem Tragblatt tritt häufig ein kleines Schüppchen auf, eine ligularähnliche Bildung (Fig. 1, Abb. 10). (Vgl. z. B. die »squamulae intravaginales«, Pax [p. 103], Goebel [p. 232 und 233].)

Der Partialblütenstand ist demnach ein Dichasium. Selten wurden alle drei Blüten entwickelt gefunden, häufiger zwei (die mittlere und eine seitliche kleinere). Ich möchte aber deswegen doch nicht gleich von einer »Hinneigung der Blütenzweige zur Schraubel« sprechen, wie es Wydler (p. 313) tut, hauptsächlich aus dem Grunde, weil wir über die systematische Stellung der Datiscaceen, ja über die Zusammengehörigkeit der einzelnen Gattungen untereinander noch sehr wenig wissen. Hallier (1, 2, 3) verwirft die Verwandtschaft mit *Tetrameles*, ebenso T. Caruel. Die meisten älteren Autoren werfen die Familie »von einer Ecke zur anderen im System« (Linnaea, 1840, p. 261). Baillon stellt sie mit Fragezeichen zu den Saxifragaceen, Boissier bringt sie mit den Cucurbitaceen in Verwandtschaft, de Candolle reiht sie den Begoniaceen an (vgl. Wettstein), Endlicher glaubt sie wegen des offenen Fruchtknotens zu den Resedaceen stellen zu müssen, Lindley konstruiert die Reihe: *Cucurbitaceae—Datiscaceae—Begoniaceae*. Payer glaubt Lindley folgen zu müssen und bringt die Datiscaceen mit den Cucurbitaceen zusammen. Er beruft sich dabei auf die überraschende Ähnlichkeit der Blütenentwicklung von Cucurbitaceen und Datiscaceen. Es ist jetzt nicht der Ort, weitläufig auf diese Ähnlichkeit einzugehen, aber so viel will mir scheinen, als ob dieser Zusammenhang selbst nach den vorliegenden Zeichnungen Payer's doch nicht so groß wäre. Die entfernte Ähnlichkeit der ganz jungen Blüten in ihrer Entwicklung (Dichasium, Tragblatt usw.) ist wohl nur die Analogie sehr junger, wenig differenzierter Vegetationshöcker überhaupt.

Die Unsicherheit über die Familie ist nach diesem durchaus nicht vollständigen Einschub klar und morphologische Erscheinungen, wie z. B. die Förderung des einen Vorblattes, dürfen dann wohl nicht mit »Hinneigung zum Schraubel« bezeichnet werden. Dieser Ausdruck, der eine ziemlich seltene Blütenstandsform kennzeichnet[1] (*Polemoniaceae — Phlox paniculata; Asclepiadaceae — Stephanotis floribunda; Asphodeloïdeae — Hemerocallis*-Arten, *Limnocharis — Butomaceae*

[1] Siehe Wagner (1, 2), Engler-Prantl, II, 5 (1888) und Schneider C. K. (p. 547, Fig. 263), Handwb.

u. e. w.), könnte leicht zu einer falschen phylogenetischen Auffassung führen. Anders steht es natürlich, wenn man über die systematische Stellung einer Familie unterrichtet ist. Da können derartige Merkmale mit Recht als Anfang einer Entwicklungsreihe angesehen werden. Nach unseren jetzigen Kenntnissen aber erscheint es als zweckmäßig, bloß eine Förderung eines Vorblattes festzustellen und nicht von einer Tendenz zum Schraubel zu sprechen.[1]

Gesamtblütenstand. Der Gesamtblütenstand ist nach Celakovsky als thyrsoid aufzufassen, und zwar als Brachyobotryum, d. i. hier eine Ähre aus Gabeln (od. Cymobotryum [Eichler]).

Ontogenie der Samenanlage, des Gametophyten und des Embryo.

Weiterentwicklung der Placenta.[2] Die leise Vorwölbung der dreiseitigen Fruchtknotenhöhle, die durch die Verwachsung der beiden Karpellränder entstanden ist, die Placenta, zeigt im jungen Zustand noch Zellen gleich den übrigen des Fruchtknotens. Später werden diese Zellen kleiner, isodiametrischer. Plasma und Kern füllen den ihnen zur Verfügung stehenden Raum ganz aus, kurz: die Placenta bietet das Bild eines typischen Meristems (Fig. 1, Abb. 1*). Die Vorwölbung wird immer stärker, die Ränder derselben berühren sich und es ist möglich, schon eine deutliche Epidermis gegen das dahinter liegende meristematische Gewebe zu unterscheiden (Fig. 1, Abb. 2*). Der halbkreisförmige Umriß der Placenta bekommt einige Höcker, die dort auftreten (Fig. 1, Abb. 3*), wo Platz ist. Payer erwähnt, diese Ovularhöcker wüchsen, von der Mitte der Placenta ausgehend, nach beiden Seiten. Es ist wahrscheinlich, daß in etwas älteren Frucht-

[1] Ein anderer Grund, hier keine Schraubeltendenz anzunehmen, ist der, daß sich, wie Wydler auch sagt, der Blütenstand, je höher er wird, um so mehr vereinfacht. Die Nebenblüten schwinden allmählich. Gerade in der freien Höhe könnte sich doch die Schraubeltendenz besser zeigen.

[2] Die bei den verschiedenen Entwicklungsstadien etwa genannten Beispiele sind nur ein Beleg dafür, daß die Entwicklung von *Datisca* keine ungewöhnliche ist. An etwaige Verwandtschaftsbeziehungen wurde dabei nicht gedacht.

knotenstadien — und nur solche konnte Payer selbstverständlich daraufhin untersucht haben — ein Ausgleich im Wachstum der einzelnen Samenanlagen eingetreten ist, sobald die Karpelle und mit ihnen die Placenten auseinandergewichen sind. Der Eindruck einer von der Mittellinie der Placenta ausgehenden Gesamtentwicklung kann dann entstehen. In ganz jungen Stadien, das sei betont, ist die Platzfrage für die Höckerentwicklung maßgebend.

Ein solcher Höcker ist an seiner ganzen Oberfläche mit gleich großen Epidermiszellen bedeckt. Sein Inneres birgt Meristem. Öfters treten Höckergruppen zu zweit auf (Fig. 1, Abb. 4*). Zu dieser Zeit beginnen Gefäßbündelstränge oberhalb der Placenta aufzutreten und ein untrügliches Kennzeichen des dreigliedrigen Fruchtknotens wird langsam verwischt.

Ein wichtiger Augenblick ist der Entwicklungsschritt des Höckers zur anatropen Samenanlage. Die Epidermiszellen der Vorsprünge, die bis jetzt alle von gleicher Größe waren, wuchsen einseitig auf der oberen Höckerhälfte zu verhältnismäßig sehr großen Zellen heran. Dadurch wird der Gipfel auf die Seite und dann ganz herumgebogen (Abb. 5 und 6[1]). Warming (p. 233, Pl. 9, Fig. 7, 8, 9) zeigt ein ganz ähnliches Verhalten bei *Begonia heracleifolia*. Gleichzeitig mögen in der dadurch zusammengedrückten Epidermis der anderen Seite Faltungen entstehen und verzerrte Zellen zur Teilung angeregt werden. Die Abkömmlinge dieser Zellen wachsen genau übereinander weiter und bilden um den Nucellus herum ein inneres Integument. Das äußere Integument wird auf der einen Seite durch die großen, schon erwähnten Zellen, auf der anderen ökonomischerweise durch den Funiculus gebildet (Abb. 7) (vgl. die Integumentbildung bei *Lilium philadelphicum*, Coulter and Chamberlain, Fig. 21, p. 55).

Makrosporenmutterzelle (Embryosackmutterzelle). Im Stadium, das in Abb. 5 festgehalten ist, müssen sich die Samenanlagen äußerst schnell bilden. Man findet im selben Schnitte sehr junge Samenanlagen, wie sie das Bild zeigt, kaum noch mit einer Andeutung einer größeren Zelle

[1] Die Abbildungen 5 bis 38 befinden sich rückwärts auf der Doppeltafel.

inmitten, und wieder Samenanlagen von gleicher Größe, die bereits eine Makrosporenmutterzelle enthalten (Abb. 6). Die Makrosporenmutterzelle bietet den gewöhnlichen Anblick dar. Meist liegt sie zwei Zellschichten tief, ein Verhalten, das der Teilung in Tapetum und Archespor entspräche (Abb. 6 bis 8). Die an das Archespor oben grenzende Zelle (Zellen) muß sich noch einige Male teilen (Strasburger, p. 5), denn es wird später tief in den Nucellus hineinversenkt. Dabei wächst die Makrosporenmutterzelle selbst noch heran, kann einige Nucelluszellen zerdrücken und wird schließlich so groß, bis sie sich teilt (Abb. 8 und 9) (vgl. Fig. 10, Pl. 9, Warming, *Begonia heracleifolia*).

Dyadenstadium. Die beiden Tochterkerne erscheinen im Anfang ganz gleichwertig (Abb. 9). Jeder von ihnen ist ja als potentielle Makrospore (Embryosack) aufzufassen. In vielen Fällen teilen sich beide Tochterkerne noch einmal, so daß vier Zellen, die Tetrade, entstehen. Bei *Datisca* kann man nur zwei Zellen, eine Dyade, mit Sicherheit feststellen. Ein solcher Fall ist nicht einzeln dastehend. Wir haben bei *Allium fistulosum* (Strasburger, Taf. VI, Fig. 77, 78, 79) dieselbe Erscheinung. Dasselbe Verhalten findet sich bei (Guignard) *Ornithogalum pyrenaïcum* (p. 151, Taf. III, Fig. 30 und 31), bei *Agraphis campanulata* (Taf. III, Fig. 26, 27, 28), bei (Campbell) *Dieffenbachia* (p. 7, Fig. 5, 6, 7). Die untere der Schwesterzellen vergrößert sich und dabei wird die obere zerdrückt und resorbiert (Abb. 10, 11, 12, 13, 14).

Makrospore (Embryosack). *Erster Teilungsschritt.* Endlich geht die untere Schwesterzelle — die wir nach unseren Beobachtungen als Makrospore (Embryosack) bezeichnen müssen — den ersten Teilungsschritt für die Bildung des Gametophyten ein (Abb. 13 bis 16). An Stelle des Kernes der oberen Schwesterzelle ist eine stark gefärbte Masse, deren dichtere Bestandteile infolge des Fixierens in entgegengesetzter Richtung voneinander liegen (Abb. 13). Auf Abb. 14, 15 ist die Teilung des Kernes der Makrospore (Embryosack) in die beiden Archegoninitialen (Porsch) schon ganz deutlich vollendet. Zwischen den Initialen liegt die charakteristische Vacuole. An Stelle der Schwesterzelle, die um diese Zeit in

den meisten Fällen ganz verschwunden ist (Abb. 15 und 16), liegen in Abb. 14 zwei gleich große, schon im Absterben begriffene Chromatinmassen nebeneinander. Diese sind als der noch einmal geteilte Kern der Schwesterzelle anzusehen. Unter Umständen hätten hier zwei Embryosäcke übereinander entstehen können. *Zweiter Teilungsschritt.* Die Anlage des Eiapparates vollzieht sich in der üblichen Weise. Aus den zwei Kernen werden vier (Abb. 17 bis 19). Ob sich der obere oder der untere Kern zuerst teilt, ist unentschieden. Man sieht häufig den Eiapparatkern schon geteilt, den Antipodialkern aber noch nicht, ebenso häufig jedoch ist der umgekehrte Fall (Abb. 17 und 18). *Dritter Teilungsschritt.* Mit dem dritten Teilungsschritt wird der Eiapparat vollendet. Aus den vier Kernen entstehen acht, die sich in den Eiapparat, die Antipoden und die zwei Polkerne gruppieren (Abb. 20). Die drei Antipoden sind in einer Vertiefung am Grunde des Embryosackes eingelagert und sehen nicht mehr ganz normal aus. Tatsächlich zeigt ein anderes Objekt (Abb. 21) den Embryosack mit den drei Antipoden, die aus stark degenerierten Kernen bestehen. Noch deutlicher wird das Schwinden der Antipoden in Abb. 22. Die Plasmamassen und Kerne sind da ganz in die Grube im Embryosackende versunken und sehen durchaus entartet aus. Zum Schluß ist von den Antipoden nur mehr ein spärlicher Rest vorhanden (Abb. 23) und endlich schwinden sie ganz (Abb. 24). Ein derartiges Schwinden der Antipoden kommt in den verschiedensten Familien vor (Coulter and Chamberlain, p. 97). *Der befruchtungsfähige Eiapparat.* Die Synergiden sind ausgesprochen birnförmig und lassen den Schacht'schen Fadenapparat (Schacht, p. 385, Fig. 249) gut sehen. Sie besitzen eine Vacuole (kann fehlen) mit einem daranstoßenden Kerne (vgl. Strasburger, Taf. III, Fig. 19). Die Lage des Eikernes ist verschieden. Bald liegt er in der Mitte zwischen beiden Synergiden (Abb. 20 bis 23) eingezwängt, bald unter der einen Synergide allein (Abb. 24), bald ist er ganz zur Seite gedrängt. Ebenso variiert die Lage der Polkerne. Sie sind gewöhnlich nicht[1] verschmolzen, sondern

[1] In einem einzigen Präparat wurden sie miteinander verschmolzen gefunden (Abb. 28).

liegen immer eng aneinander.[1] Ihr Aussehen ist sehr bezeichnend. Der Nucleolus ist verhältnismäßig groß und immer in der Einzahl vorhanden. Chromatin fehlt in Ruhestadien. Gewöhnlich liegen sie den Zellen des Eiapparates zu zweit an oder nur eine Zelle liegt an, die andere ragt in den Embryosack hinein (Abb. 22 und 21, 23, 24). Man findet die Kerne aber auch in der Mitte des Embryosackes schwebend an Plasmastrahlen (Abb. 25) oder sie liegen der Wand des Embryosackes an (Abb. 20 und 26). Endlich können die Polkerne im Grunde des Embryosackes liegen (Abb. 27).

Befruchtung. Mit der ganzen Samenanlage ist eine allmähliche Veränderung vorgegangen, so daß sie uns zur Zeit der Befruchtung ein Bild darbietet, wie es Abb. 31 zeigt. Die schon eingangs erwähnten großen Zellen, die das Umbiegen der primären Samenanlagenhöcker zu anatropen Samenanlagen bewirkten, haben sich über die ganze Oberfläche des Gebildes erstreckt. Sie sind es auch, die am reifen Samen die Schale bilden, diese pfefferrote, harte Samenschale, die mit ihren in Reihen angeordneten Elementen dem Samen jene wabenartige Skulptur geben, von der die Diagnosen sprechen. Die Kontur des inneren Integumentes ist nicht mehr zu sehen, bloß die Mikropyle und mit ihr der oberste Rand des Integumentes sind deutlich erhalten geblieben. Der Nucellus selbst besteht aus einer Schicht kleiner und einer Schicht großer Zellen, die den Embryosack umgeben. Ein Epithel fehlt. Die Anlage wird von einem Gefäßbündel ernährt, das zentral durch den Funiculus zieht und dann nach einer Seite hin abbiegt. Auf der anderen Seite nun, wo kein besonderer Widerstand entgegensteht, tritt der Pollenschlauch ein und, geleitet von den großen Zellen der Testa, dringt er durch die Mikropyle gerade zum Eiapparat hin (Abb. 31 und 29, 30). Er lehnt sich an die Eizelle an, bekommt einen Tüpfel, durch den die Spermakerne austreten, und die Befruchtung kann erfolgen. Im Eiapparat ist es nicht mit Sicherheit gelungen,

[1] Um einige Beispiele zu erwähnen, sei gesagt, daß bei der parthenogenetischen *Antennaria alpina* die Polkerne sich »zwar dicht aneinanderlegen, aber eine Verschmelzung findet nie statt« (Juel, p. 371), oder bei *Lemna minor* (Caldwell, p. 59) heißt es: »The polar nuclei may fuse to form the primary endosperm nucleus (fig. 46, 48, 50); or the may fail to meet (fig. 55)«.

einen Spermakern nachzuweisen, wohl aber war ein solcher ganz deutlich bei den Polkernen zu sehen (Abb. 31 und 32). Er legt sich handförmig umfassend an einen Kern an und eine Reizung mag eine Strahlensonne um die Polkerne bewirken, ein Zeichen, daß sich das Gebilde in einem anderen physiologischen Zustand befindet als sonst. Auch bei *Datisca* tritt also doppelte Befruchtung ein.

Embryobildung. Nach der Befruchtung teilt sich die Eizelle in eine Suspensorzelle fast ohne Plasma und in eine sehr plasmareiche Zelle, die Embryomutterzelle (Abb. 33 und 34). Es bildet sich, bevor noch die Oktantenteilungen erfolgen, ein Endosperm (Abb. 33 bis 35). Ein durchaus typisches Embryonalstadium zeigt Abb. 36.

Der reife Samen. Abb. 31 macht zugleich deutlich, wie der Samen gebaut ist. Die Ausbildung der Testa wurde erwähnt. Sie sitzt dem Funiculus kragenförmig auf und dadurch, daß die den Funiculus umkleidende Epidermis eine Trennungsschicht gegen den Samen bildet, wird er losgeschnürt und erhält einen becherförmigen Nabel. Das Innere des Samens ist von einem großen dicotylen Embryo in normaler Lage erfüllt. Die beiden früheren Nucellargewebeschichten sind durch den Embryo ganz aufgebraucht oder zerdrückt. Perisperm und Endosperm sind demnach sehr spärlich, wie auch alle Diagnosen angeben.

Abweichungen.

Fruchtknoten mit zwei Placenten. Es wurde ein Fruchtknoten mit zwei gegenüberstehenden Placenten gefunden. Im Querschnitt hat er die Form einer Ellipse. Die Samenanlagen sind normal gebaut, bloß bei einigen ist der Funiculus wegen des zur Verfügung stehenden größeren Raumes ziemlich lang.

Fruchtknoten mit vier Placenten. Häufiger treten Knoten mit vier Placenten auf (Verwandtschaft mit *Tetrameles*?).

Samenanlagen. Die Samenanlagen sind durchaus anatrop; bloß einmal wurde eine orthotrope gefunden. Sie besitzt einen langen Funiculus, bloß ein Integument und eine aus ganz gleich großen Zellen bestehende Oberhaut. (Vgl. C. J.

Chamberlain, der in abnormalen Geschlechtsorganen von *Salix* anatrope und orthotrope Samenanlagen nebeneinander fand, p. 167, Pl. XIII, Fig. 85 und 87.) Am besten entwickelt werden die von der Mitte der Placenta abzweigenden Samenanlagen. Stark an der Wand liegende sind oft verkümmert.

Zwei Makrasporenmutterzellen (Embryosackmutterzellen). Eine derartige Erscheinung findet man häufig (Abb. 37). Die Zellen können nebeneinander liegen, seltener aber sind zwei Archesporenzellen übereinander (Abb. 38). Ohne die Kenntnis der Geschichte des Embryosackes der Phanerogamen erschiene ein solches Vorkommen unverständlich. Die gleiche Erscheinung (Vermehrung der Archesporzellen) tritt z. B. auf bei *Spiraea japonica* (J. E. Webb, Fig. 22 und 23), bei *Rosa livida* (Strasburger), bei *Ornithogalum pyrenaïcum* (Guignard, p. 151, Taf. III, Fig. 29), bei *Arisaema triphyllum* (Mottier, p. 259, Pl. XVIII, Fig. 3) u. v. a.

Doppelsamenanlagen. Die zwei nebeneinander liegenden Archesporzellen könnten zu Embryosäcken werden und tatsächlich findet man Doppelsamenanlagen.

Der Entwicklungsgang des weiblichen Gametophyten von *Datisca* im Vergleich mit dem der Halorrhagidacee, beziehungsweise Gunneracee *Gunnera* (Ernst [p. 419, Taf. VII], Kellermann, Schnegg [p. 161, Fig. 23 bis 28]) zeigt — wenn auch einige Einzelheiten des Befruchtungsvorganges bei *Datisca* einer Erweiterung bedürfen — daß an eine Abstammung der Halorrhagidaceen, beziehungsweise Gunneraceen von den Datiscaceen (vgl. Hallier [2]) nicht zu denken ist.

Die Frage nach der Parthenogenesis von Datisca.

Geschichtliches.

Datisca spielte in der Begründung der Lehre von der Sexualität der Pflanzen eine Rolle und tritt späterhin in der Frage nach der Parthenogenesis bei Pflanzen des öfteren wieder auf. Camerarius hatte seine Ansicht über die Sexualität der Pflanzen in der Schrift »De sexu plantarum epistola«, 1694, niedergelegt. J. G. Gmelin gab diesen Brief 1749 heraus. Es ist

möglich, daß Linné von diesem Brief Kenntnis erhielt. Tatsache ist aber, daß er sich selbst um diese Zeit über die Bedeutung der in Frage kommenden Blütenorgane experimentell Kenntnis zu verschaffen suchte. Die Erfolge seiner Versuche legte er in einer nicht sehr bekannten Abhandlung nieder. Holzner (p. 580) machte uns später (1885) diese Schrift zugänglich. Selbst Sachs (2) schien sie fremd gewesen zu sein, sonst hätte er in seiner Geschichte der Botanik nicht (p. 423, 424 und 429) gegen Linné und seine bloß durch philosophische Spekulationen das Geschlecht der Pflanzen beweisende und begründende Art polemisiert.

In seiner Abhandlung berichtet Linné über befruchtungsphysiologische Versuche und Beobachtungen an verschiedenen Pflanzen, darunter auch an *Datisca cannabina*. Aus dem Samen dieser Pflanze (Holzner, p. 582) »wurden im Jahre 1749 nur weibliche Pflanzen erhalten, welche durch Wurzelableger vermehrt wurden. Sie blühten jährlich, ohne Früchte zu tragen. Aus neuen Samen wurden im Jahre 1757 männliche Pflanzen gezogen, die von den weiblichen weit entfernt verpflanzt wurden. Als die männlichen Pflanzen blühten, wurde der Staub auf ein Papier entleert und damit einige weibliche Pflanzen bestäubt. Nur diese enthielten befruchtete Samenknospen, welche jedoch wegen eines Frühfrostes nicht reif wurden.« (Wie konnte Linné bei der Kleinheit der Samen wissen, ob sie befruchtet waren?)

Wilbrand sagt (p. 591), er habe selbst im Gießener botanischen Garten sehr oft an *D. cannabina* beobachtet, daß sie gute (?) Samen hervorbringe, »ohne daß männliche Pflanzen so nahe bei ihnen standen, daß Samenstaub zu denselben gelangen konnte«.

Treviranus (p. 401) schreibt, »das nämliche (Nichtfruktifizieren der weiblichen Pflanzen ohne das Dabeisein der männlichen) beobachtete Linné an *D. cannabina* und eine weibliche Pflanze davon im botanischen Garten zu Bonn, welche nach dem Berichte von Augenzeugen niemals Samen gab, bringt denselben seit der Zeit, daß eine männliche in ihre Nähe gesetzt ist, wie ich bezeugen kann, jährlich in Menge.«

Lindley schreibt (p. 316): Fresenius asserts (Linnaea, 1839[1]) that female plants of *D. cannabina* are capable of bearing seed, although entirely cutt off from the males.

Regel erwähnt (p. 7), anknüpfend an die Bemerkung von Fresenius, daß er selbst trotz verhältnismäßiger Nähe männlicher Pflanzen nie Samen erhielt. Speziell wurde dies auch aus Upsala berichtet. Dann erwähnt er noch zwei Männer, die sich mit *Datisca* beschäftigten (p. 8, 9), nämlich Bernhardi und Gärtner. Bernhardi fand nie Samen bei einer weiblichen *Datisca*, die 100 Schritte vom männlichen Exemplar im Erfurter botanischen Garten entfernt stand (p. 321). Gärtner gibt an, angeblich reife Samen aus dem Gießener botanischen Garten (siehe Wilbrand) erhalten zu haben. Er habe sie aber sämtlich taub gefunden (p. 507, 508). Ebenso sei es ihm mit selbst gesammelten ergangen (p. 560).

Regel glaubt daraufhin (p. 36), *Datisca* nicht mehr untersuchen zu müssen.

Mori teilt in einer Note mit, daß er ein alleinstehendes weibliches Exemplar von *Datisca* untersucht und nur taube Samen gefunden habe. »Da ciò apparisce chiaramente essere erronea l'asserzione di Fresenius, che pone la *D. cannabina* fra le specie dotate della partenogenesi (p. 371).«

Odell dagegen (p. 134): »showed female flowering branches with swelling ovaries; but as the pistil is protogynous, and the only male plant grew at a distance of hundred yards (ca. 90 *m*), the fruit was apparently forming without fertilization«. Ein experimenteller Nachweis wurde hier augenscheinlich nicht geführt und selbst, wenn die Samen gekeimt hätten, so muß die Anemophilie von *Datisca* berücksichtigt werden. Odell's Beobachtung könnte sich, wie es auch Winkler (p. 345, Erwähnung einiger Literaturangaben) meint, leicht durch Parthenokarpie erklären lassen.

Eigener Versuch.

Drei — im übrigen nicht gefestigte — Angaben (1830 Wilbrand, 1837 Fresenius, 1904 Odell), die besagten,

[1] Lindley zitiert sicher falsch; siehe Literaturnachweis.

Datisca sei parthenogenetisch, standen also zahlreichen[1] Angaben gegenüber, die das Gegenteil behaupteten. Winkler schien mit vollem Rechte zu schreiben, »daß nur Parthenokarpie vorliege und *D. cannabina* definitiv aus der Liste der parthenogenesisverdächtigen Pflanzen zu streichen sei«. Trotzdem wurden neben der cytologischen Untersuchung auch physiologische Experimente angestellt, die Winkler's und der übrigen Forscher Meinung bestätigten.

Im Frühsommer 1907 wurden die zwei durcheinanderwachsenden Stauden der *Datisca*-Pflanze des Wiener botanischen Gartens sich selbst überlassen. Die von der weiblichen Staude gelesenen Samen kamen im Herbst ins Glashaus und keimten nach beiläufig 4 Wochen. Im Frühjahr darauf (1908) wurden noch einmal andere Samen derselben Ernte ausgesät, die auch nach 4 Wochen keimten. Im Frühsommer des Jahres 1908 dagegen wurde die männliche Staude von *Datisca* bis kurz ober dem Erdboden abgeschnitten. Obzwar nun eine Bestäubung mit arteigenem Pollen so gut wie ausgeschlossen war (in den größeren Gärten Wiens ergab eine Umfrage das Fehlen von *Datisca*-Stauden und für Hausgärten kommt die Pflanze nicht in Betracht), wurden doch noch einige weibliche Blütenstände mit Gaze als Insektenschutz umhüllt. In entsprechenden Zeiträumen wurden — genau wie im Jahre 1907 — sowohl von verhüllten als auch von unverhüllten Blütenständen Blüten gesammelt und fixiert. Im Herbst 1908 wurden ebenso Samen geerntet.

Die cytologische Untersuchung beider Blüten des Jahres 1908, sowohl verhüllter als unverhüllter, ergab nun in keinem einzigen Falle embryonale Bildungen, wie sie die Abb. 33 bis 36 vom Jahre 1907 zeigen. Man findet in entsprechenden Samenanlagen bloß den üblichen Eiapparat und den auch schon sehr oft degeneriert.

Die ausgesäten Samen der verhüllten und unverhüllten Blüten waren schon makroskopisch als taub zu erkennen und

[1] Al. Braun zitiert Angaben von Fresenius und Wenderoth und meint kritisch vorsichtig, daß man von *Datisca* glaube, sie bilde Samen ohne Befruchtung aus (p. 316).

trotz langer Wartezeit (6 Wochen) entstand kein Keimling, wie er im Vorjahr (1907) entstanden war.

D. cannabina ist also nicht parthenogenetisch. Sie ist vielmehr im Sinne Winkler's (p. 394) parthenokarpisch (Parthenokarpie ist im allgemeinen die Erzielung von Früchten mit gar keinem oder mit taubem Samen). Auf dieser täuschenden Erscheinung dürften wohl auch die Angaben von Wilbrand, Fresenius und Odell beruhen.

Zusammenfassung.

1. Der Gesamtblütenstand von *D. cannabina* ist ein Thyrsoid (Cymobotrium, und zwar Ähre aus Gabeln); der Teilblütenstand ist ein mehr oder weniger vollkommenes Dichasium. Die weibliche Einzelblüte besteht aus drei unterständigen Fruchtblättern und drei superponierten Perianthblättern. Die Placentation ist marginal-parietal.

2. Die Samenanlage birgt gewöhnlich eine Makrosporenmutterzelle (Embryosackmutterzelle), die sich durch ein Dyadenstadium zur Makrospore (Embryosack) entwickelt. In der Makrospore (Embryosack) schwindet ein Archegon (Antipodenapparat) vollständig.

3. *D. cannabina* ist befruchtungsbedürftig. Der Pollenschlauch dringt beim Funiculus der Samenanlage vorbei durch die Mikropyle zum Eiapparat (Porogamie). Die Angaben über Parthenogenesis dürften auf einer Täuschung durch Parthenokarpie beruhen.

Diese Arbeit wurde im botanischen Institut der Wiener Universität angefertigt. Vor allem sei meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. R. v. Wettstein, für seine gütige Unterstützung dabei auf das wärmste gedankt. Ferner sei auch allen denen, die mich beim Zustandekommen dieser Arbeit förderten, der geziemende Dank ausgesprochen.

Benützte Literatur.

*Bernhardi J. J., [1] Samenbildung ohne Befruchtung. Otto und Dietrich Allg. Gärtnerzeitung, 1839.

Braun Al., Über Parthenogenesis bei Pflanzen. Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1856.

Caldwell Ot. W., On the life-history of Lemna minor. Bot. Gaz., Bd. 27 (1899).

Campbell D. H., Studies on Araceae. Ann. of Bot., 14. Bd. (1900).

Caruel T., Sulla struttura fiorale e le affinità di varie famiglie dicotyledoni inferiori. Nuov. Giorn. bot. Ital., XI, 1, Pisa 1879.

Chamberlain C. J., Contributions to the life-history of Salix. Bot. Gaz., 23 (1897).

Coulter and Chamberlain, Morphology of Angiosperms (Morphology of Spermatophytes, Part II). New York, London 1903.

Eichler A. W., Blütendiagramme. Leipzig 1875.

Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. II, 5 (1888), *Liliaceae* (Engler); III, 6*a*, *Datiscaceae* (Warburg).

Ernst A., Zur Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen. Ber. D. bot. Ges., 26. Jahrg. (1908).

Fresenius R., Museum Senkenbergianum, II. Bd. (1837), p. 305. Bemerkung über *Datisca cannabina* und über Befruchtung.

Gärtner C. F., Beiträge zur Kenntnis der Befruchtung der vollkommeneren Gewächse. Stuttgart 1844.

Goebel K., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. In Schenk's Handbuch der Botanik, IIIt. Breslau 1844.

Guérin P., Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les phanérogames. Paris 1904.

Guignard L., Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. Ann. des scienc. nat. (Bot.), VI, 13 (1882).

Hallier H., 1: Vorl. Entwurf des natürl. (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen. Bull. Herb. Boissier, sér. 2, III (1903).

— 2: Ein zweiter Entwurf des natürl. (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen. Ber. D. Bot. Ges., 1905.

— 3: *Juliana*, eine Therebinthaceengattung mit Cupula und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler. Dresden 1908.

Holzner G., Linné's Beitrag zur Lehre der Sexualität der Pflanzen. Flora, Bd. 68 (1885).

*Linné C., Caroli Linnaei M. D. Dispositio de quaestione ab Academia imp. scient. Petropol. i. a. MDCCLIX pro praemio proposita: »Sexum Plantarum argumentis et experimentis novis praeter adhuc iam cognita vel corroborare vel impugnare praemissa expositione historica et physica omnium plantae partium, quae aliquid ad foecundationem et perfectionem seminis et fructus conferre creduntur« ab eadem Acad. die VI. Septembris MDCCLX

[1] Die mit einem Stern bezeichneten Schriften waren mir nicht zugänglich.

in conventu publico praemio ornata. Petropoli MDCCLX (Pritzel, Thesaurus, Nr. 5428, Nr. 6007).

Juel H. O., Parthenogenesis bei *Antennaria alpina* (L.) R. Br. Bot. Zentralbl., Bd. 74, Nr. 13 (1898).

Kellermann W., Entwicklungsgeschichte der Blüte von *Gunnera Chilensis* Lam. Zürich 1881.

Mori A., Circa la partenogenesi della Datisca cannabina. Nuovo Giorn. botanico Ital., Bd. 12. Pisa 1880.

Mottier D. M., On the development of the embryosac of Arisaema triphyllum. Bot. Gaz., 17. Bd. (1892).

Odell, Parthenogenesis in Datisca cannabina. Gard. Chronicle, 3 ser., Bd. 36 (1904).

Pax F., Allgemeine Morphologie der Pflanzen. Stuttgart 1890.

Payer J., Traité d'organogénie comparée de la fleur. Paris 1857.

Porsch O., Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes und der doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena 1907.

Regel E., Die Parthenogenesis im Pflanzenreiche. Mém. de l'Académie impér. des Sc. de St. Pétersbourg, VII. série, tome I, Nr. 2 (1859).

Sachs J., 1: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leinzig 1882.

— 2: Geschichte der Botanik. München 1875.

Schacht H., Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin 1859, II. T.

Schnegg H., Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Gunnera*. Flora, Bd. 90 (1902).

Strasburger E., Angiospermen und Gymnospermen. Jena 1879.

Treviranus L. Ch., Physiologie der Gewächse, II. Bd. Bonn 1838.

Wagner R., 1: Über den Bau und die Aufblühfolge der Rispen von *Phlox paniculata*. Diese Sitzungsber., 1901.

— 2: Untersuchungen über den Bau der »Dolden« von *Stephanotis floribunda* Brongn. Diese Sitzungsber., 1908.

Warming E,. De l'ovule. Ann. des sc. nat. Bot., VI. série, tome V (1878).

Webb J. E., A morphological study of the flower and embryo of Spiraea. Bot. Gaz., 33. Bd. (1902).[1]

Wettstein R., v., Handbuch der systemat. Botanik, II. Bd., 2. Teil, 1. Hälfte. Leipzig, Wien 1907.

Wiesner J., Elemente der wissenschaftl. Botanik, II. Bd. Wien 1884.

Wilbrand J. B., Gibt es in der Pflanzenwelt eine wirkliche Geschlechtsverschiedenheit und eine hierauf gegründete wirkliche Befruchtung? Flora oder Bot. Ztg., 13. Jahrg., II. Bd. (1830).

Winkler H., Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progressus rei botanicae, II. Bd., 3. H. Jena 1908.

Wydler H., Zur Morphologie hauptsächlich der dichotomen Blütenstände. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Bot., 11. Bd. Leipzig 1878.

[1] *Spiraea* ist hier eigentlich *Astilbe japonica* (siehe Guérin und A. Rehder, Bot. Gaz., 34. Bd. [1902], p. 246).

Erklärung der Abbildungen.

(Abb. 1* bis 4* siehe Textfig. 1 auf p. 94.)

Abb. 5. Eine Samenanlage, die durch vergrößerte Zellen ihrer Oberhaut umgebogen wird. × 113.

Abb. 6. Eine schon anatrope Samenanlage, im Inneren die Makrosporen-(Embryosack)mutterzelle zeigend. × 115.

Abb. 7. Detto; die Integumente deutlich sichtbar. × 115.

Abb. 8. Die Epidermiszellen haben sich allmählich über der ganzen Samenanlage vergrößert. × 115.

Abb. 9. Teilung der Makrosporen(Embryosack)mutterzelle in die Dyade. × 460.

Abb. 10 bis 12. Makrosporen; die zerdrückte Schwesterzelle ist zu sehen. × 460.

Abb. 13. Teilung der Makrospore (Embryosack) in die beiden Archegoninitialen. × 460.

Abb. 14. Detto; die Schwesterzelle zwar degeneriert, aber doch noch geteilt. × 460.

Abb. 15 und 16. Detto. × 460.

Abb. 17 bis 19. Zweiter Teilungsschritt. × 460.

Abb. 20 bis 24. Eine Reihe von Embryosäcken, das Schwinden der Antipoden zeigend. × 115.

Abb. 25 bis 27. Verschiedene Lage der Polkerne. × 115, Abb. 27 × 460.

Abb. 28. Zwei im Verschmelzen begriffene Polkerne. × 1500.

Abb. 29. Der Pollenschlauch dringt zum Eiapparat. × 115.

Abb. 30. Das vorige Bild, vergrößert. Der Pollenschlauch (mit einem deutlichen Tüpfel) legt sich an die Eizelle *(Ei)* an. *Sy* Synergide, *Sp?* Spermakern (?). × 375.

Abb. 31. Schematisch. Eine Samenanlage mit einem Pollenschlauch, der durch die Mikropyle dringt. Im Inneren des Embryosackes zwei Polkerne mit einem Spermakern (siehe Abb. 32). *E* Embryosack, *gr* großzelliges, *kl* kleinzelliges Nucellargewebe, *M* Mikropyle, *i* inneres Integument, *P* Pollenschlauch, *Ep* Trennungsschicht des Funiculus, *T* großzellige Testa, *G* Gefäßbündelverlauf, *F* Funiculus. × 47.

Abb. 32. Polkerne aus der vorigen Figur, vergrößert. Der Spermakern *(Sp)* legt sich handförmig um den größeren, oberen Polkern; die seinen Nucleus durchschneidende Linie ist die Kontur der Delle des Polkernes, in der der Spermakern liegt; seine eigenen Konturen sind nicht sichtbar. Der Pfeil deutet wie auch in Abb. 31 die Richtung an, die der Spermakern bei seiner Wanderung zu den Polkernen eingeschlagen

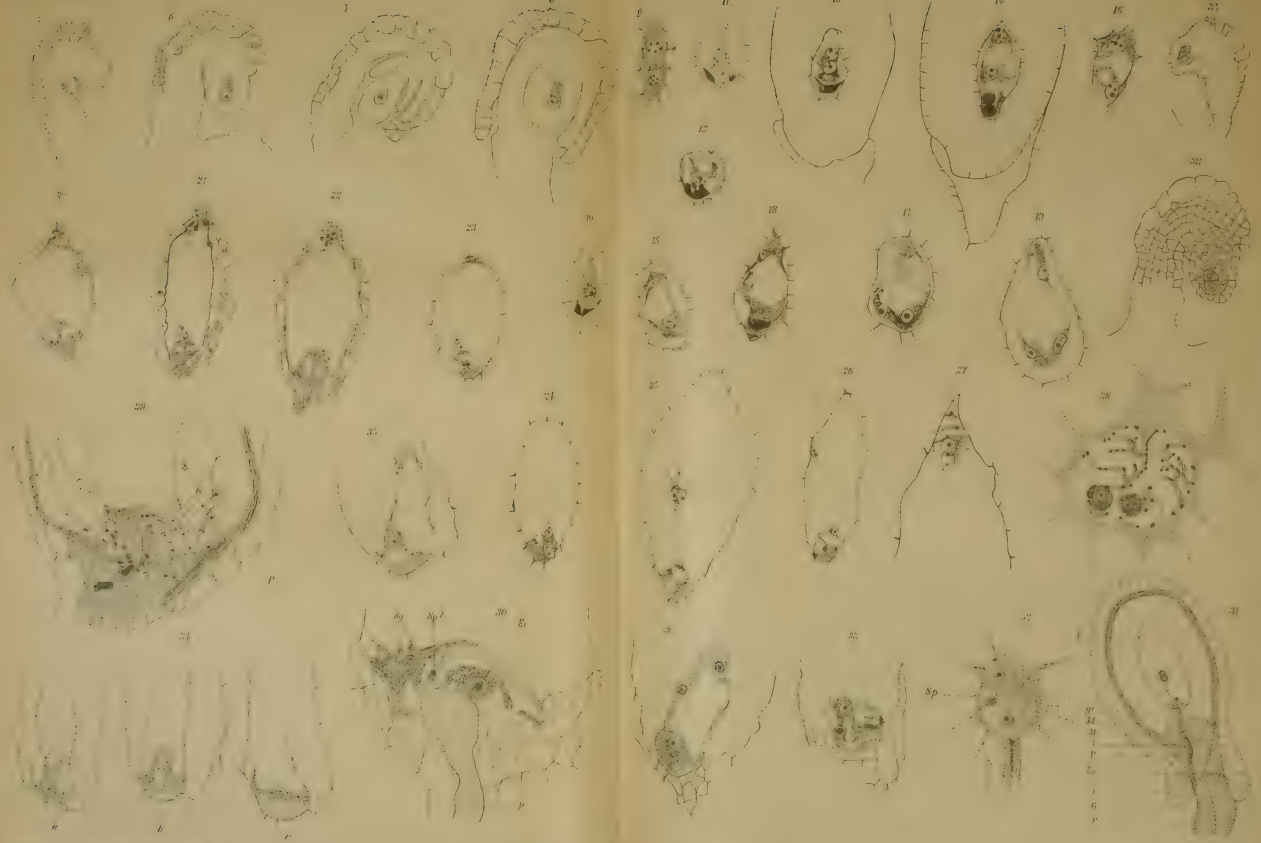
hatte. Zum oberen Polkern führt eine starke Plasmabahn, auf der der Spermakern wahrscheinlich herabgeglitten ist. × 750.

Abb. 33 bis 35. Die ersten Stadien nach der Befruchtung. Um die befruchtete Eizelle liegen schon Endospermzellen. × 115.

Abb. 36. Eine Embryokugel. × 115.

Abb. 37 und 38. Zwei Makrosporen(Embryosack)mutterzellen neben- und übereinander. × 115.

Die Zeichnungen wurden mit einem Reichert'schen Spiegelzeichenapparat angefertigt.



Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen.

II.

Versuch einer stratigraphischen Gliederung der »Grauwackenzone« im Paltental nebst Bemerkungen über einige Gesteine (Blasseneckgneis, Serpentine) und über die Lagerungsverhältnisse

von

Dr. **Franz Heritsch.**

Aus dem Geologischen Institut der k. k. Universität Graz.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Jänner 1909.)

Für den Sommer des Jahres 1908 hat mir die hohe kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien wie im Vorjahre aus der Boué-Stiftung zur Fortsetzung meiner geologischen Studien in der »Grauwackenzone« des Paltentales gütigst eine Subvention verliehen und mir so meine Arbeit möglich gemacht. Wenn ich an dieser Stelle für die gütige Gewährung der Subvention den ergebensten Dank mir abzustatten erlaube, so ist mir dies nicht nur eine angenehme Pflicht, sondern vielmehr ein Herzensbedürfnis.

Der eben vergangene und für meine Arbeit einzig in Betracht kommende Sommer hat bezüglich des Wetters viel, sehr viel zu wünschen übrig gelassen, es gab fast mehr Regentage als Tage mit schönem Wetter; dennoch ist es möglich gewesen, ein größeres Gebiet zu begehen, da doch nur relativ geringe Höhen — über 2000 *m* reichen die Berge nicht viel hinauf — zu bewältigen waren, Höhen, die auch bei nicht ganz gutem Wetter zugänglich sind. Besonders abträglich war das schlechte Wetter der photographischen Ausbeute.

Wenn ich nun daran gehe, den Bericht über das, was ich im vergangenen Sommer gesehen habe, zu schreiben, so muß ich gleich von vornherein sagen, daß ich mich über die Lagerungsverhältnisse etwas reserviert aussprechen muß, da darüber erst später, wenn ich meine Untersuchungen noch etwas ausgedehnt haben werde, eine eingehendere Erörterung erfolgen soll. Im übrigen kann ich an das anknüpfen, was ich in dem ersten der Berichte aus der »Grauwackenzone« des Paltentales gesagt habe.

Die scheinbar autochthone Unterlage der ganzen »Grauwackenzone« bildete die krystallinischen Massen der Bösensteingruppe und der Sekkauer Alpen. Sie bestehen aus Gneisen und Graniten, zwischen denen sich vielfache Übergänge einstellen, so daß eine kartographische Ausscheidung oft schwierig und willkürlich ist; man findet Biotitgranite von ganz massigem Habitus, dann Gesteine, die Doelter Gneisgranit oder Granitgneise genannt hat, ferner Gneise in der mannigfaltigsten Ausbildung; eine Detailbeschreibung kann hier nicht gegeben werden, da es sich um eine rein petrographische Arbeit handelt; erst in der meine Studien abschließenden Abhandlung soll dies geschehen. Wichtig ist ein Umstand, der hier hervorgehoben werden soll; das eben in Erörterung stehende krystallinische Gebirge besteht aus Gneis und Granit, während das den Brettstein-Pusterwalder Kalkzug tragende krystallinische Gebirge der Wölzer Alpen ganz vorherrschend aus Glimmerschiefer besteht, in welchem allerdings, wie später zu erörtern sein wird, Granite, beziehungsweise deren Ganggefolge auftreten. Die spätere Darstellung wird auch dem Umstand Rechnung tragen müssen, daß beide krystallinischen Massen eine ganz verschiedene tektonische Stellung einnehmen.

Im vorjährigen Bericht konnte ich ausführen, daß über dem Gneis des Bösenstein und des Griesstein eine Serie von Schiefern, Konglomeraten usw. folgt, denen ein obercarbonisches Alter zukommt. Ich habe auch erörtert, daß in diesen obercarbonischen Gesteinen Kalke unbekannten Alters als Einfaltungen von unten her auftreten; ich will mich damit nicht weiter beschäftigen, sondern lieber zum Obercarbon selbst übergehen. Das Obercarbon der »Grauwackenzone« des Paltentales

zerfällt in zwei Stufen; die eine, und zwar die obere wird gebildet von Konglomeraten, Graphitschiefer usw., graphitführende Serie, während in dem darunter liegenden Schiefer die Graphitschiefer an Menge sehr zurücktreten.

Die graphitführende Serie des Obercarbons ist eine Schichtfolge von Konglomeraten, Sandsteinen, Graphitschiefern, die Graphit enthalten; in einer ähnlichen Schichtserie wurden im Liesingtal die für den Horizont von Schatzlar bezeichnenden Pflanzenreste gefunden. Im Sunk sind beim Graphitwerk besonders die Konglomerate schön entwickelt. Es ist ein Gestein, dessen klastischer Charakter in die Augen springt; deutliche Quarzgerölle stecken in einer schieferigen Grundmasse. Die Größe der Quarzgerölle ist eine ganz verschiedene; ich besitze Handstücke, in welchen sie eine Länge bis zu 15 *cm* erreichen, dann wieder sinkt ihre Größe derartig herab, daß man das Gestein nicht mehr als Konglomerat, sondern als einen sehr grobkörnigen Sandstein bezeichnen muß. Besonders bei den großen Quarzknollen ist die Deformation, welche die Gerölle durch den Gebirgsdruck erfahren haben, sehr auffallend; es liegt mir ein aus dem Gestein herausgelöstes Geröll vor, das eine Länge von 11 *cm* und nur eine Dicke von 4 *cm* hat; die Form des Rollstückes ist die einer sehr langgestreckten Ellipse. Eingehüllt ist es in ein glimmerähnliches Mineral, das wahrscheinlich Chloritoid ist.

Alle Gerölle in den Konglomeraten, vom größten bis zum kleinsten, sind in intensiver Weise gestreckt, mechanisch deformiert. Diese mechanische Deformation geht manchmal so weit, daß die Gerölle geradezu walzenförmig ausgezogen sind. Eingebettet liegen die Gerölle in einem ziemlich graphitreichem Material, das beim Zurücktreten der Gerölle sofort schiefrig wird.

Unter dem Mikroskop zeigen die Quarzgerölle eine intensive Zerbrechung, ohne daß es jedoch zur Entstehung einer Mörtelstruktur kommt; natürlich tritt überall undulöse Auslöschung des Quarzes auf. Immer aber ist die Grenze gegen das Schiefermaterial haarscharf; dieses letztere, die Grundmasse also, in der die Gerölle liegen, besteht aus Quarz, Chloritoid (?), Graphit und auch ein wenig Erz.

Dadurch, daß die Größe der Quarzgerölle allgemein abnimmt, daß also das klastische Material immer feinkörniger wird und zugleich das glimmerähnliche Mineral an Menge stark zunimmt, geht aus dem grobklastischen Gestein ein schieferiges hervor, welches ich allgemein als Sericitschiefer bezeichnet habe, obwohl das die Schieferung hervorbringende glimmerähnliche Mineral zum Teil Chloritoid sein dürfte. Wenn aber keine Vermehrung des glimmerähnlichen Minerals eintritt, so bildet sich aus dem Konglomerat ein fast nur aus Quarzkörnern, glimmerigen und graphitischen Fetzchen bestehendes Gestein heraus, das eine sandige Bildung darstellt, die durch die Metamorphose stark umgewandelt, verfestigt wurde; die Bezeichnung Sandstein paßt schon nicht gut auf diese Gesteine, wenn man auch an ihr festhalten muß. Diese Gesteine gleichen einerseits denjenigen des Carbonzuges von Breitenstein—Klamm ins Semmeringgebiet, andrerseits aber auch in mancher Hinsicht den obercarbonischen Schichten des Drauzuges Diener's, wie denn überhaupt in der Gesteinsentwicklung der graphitführenden Serie Anklänge an die Auerniggschichten nicht zu übersehen sind.

Nicht überall ist die graphitführende Serie durch die eben angeführten, gut klastisch entwickelten Gesteine charakterisiert. Im Lorenzer Graben ist das Zwischenmittel der Graphitschiefer in der graphitführenden Serie ein wesentlich anderes als im Sunk. Makroskopisch sind es dünnschichtige oder dünnschieferige Gesteine, die einerseits einen etwas quarzitischen Habitus aufweisen, andrerseits als vielfach gefältelte graphitische Schiefer zu bezeichnen sind. In der ersten Varietät bildet Quarz den Hauptbestandteil; es ist ein feinkörniges Körnerhaufwerk von Quarz mit undulöser Auslöschung; die einzelnen Lagen des eine deutliche Schichtung aufweisenden Gesteines werden durch Häutchen eines glimmerähnlichen Minerals getrennt, das wahrscheinlich Chloritoid ist und das auch die einzelnen Quarzkörner manchmal trennt; auch Erz tritt auf sowie Graphitstaub. Die zweite Varietät ist gut schieferig und wird zusammengesetzt aus sehr feinkörnigem Quarz, deutlich pleochroitischem, oft mit Graphit ganz bestaubtem Chloritoid, der das ganze Gestein durchschwärmt, und einem lichtgrünen Amphibolmineral.

Beiden Varietäten gemeinsam ist der klastische Charakter. Die graphitführende Serie des Obercarbons ist eine rein terrestrische Ablagerung; ihre Verbreitung im Paltental ist eine beschränkte. Wir haben einerseits einen Zug der graphitführenden Serie, der aus dem Lorenzer Graben zum Schwarzenbachgraben und über die Handlers- (Thorsaller) Hube zum Graphitwerk im Sunk zieht und im Triebenbachtal verschwindet; andrerseits wird der unterste Teil des rechten Talgehänges der Palten von Dietmannsdorf bis Wald und weiter bis Kallwang von ihr gebildet. Die Tatsache, daß sich die graphitführende Serie im Triebenbachtale auskeilt, läßt vielleicht darauf schließen, daß sie von einem Teile der obercarbonischen Schiefer faciell vertreten wird.

Die obercarbonischen Schiefer, die, kartographisch dargestellt, einen sehr großen Teil der Grauwackenzone des Paltentales bilden, sind wohl fast ausnahmslos sedimentärer Entstehung. Den meisten haftet der klastische Charakter deutlich an; es sind Sericitschiefer, Chloritoidschiefer, Chloritschiefer, Graphitschiefer usw. In einzelnen Teilen treten als Einlagerungen in den Schiefern Quarzite auf, so am Nordabhang des Walder Schobers und an anderen Stellen. Die Quarzite bilden eine Facies der Schiefer; dies ist auch der Fall dort, wo Quarzite in bedeutenderer Mächtigkeit anstehen, nämlich bei Gaishorn und bei Wald am Abhang gegen die Brunnebenalpe.

Ich will hier nur kurz das Vorkommen von Gaishorn erörtern. In größter Mächtigkeit sind die Quarzite in dem Flitzengraben bei Gaishorn aufgeschlossen. Dieser Graben ist jetzt durch einen von der k. k. Wildbachverbauung angelegten Steig gut zugänglich gemacht und zeigt die in herrlichen Aufschlüssen zutage gehenden Quarzite. In der breiten Mündung des Grabens in das Paltental stehen die Schichten der graphitführenden Serie an, Graphitschiefer und sandsteinähnliche und schieferige Bildungen des Obercarbons. Diese Schichten fallen zuerst gegen Nordosten, dann gegen Südwesten ein und unter ihnen tauchen sericitische Schiefer heraus. Unter diesen obercarbonischen Schiefern kommen dann die Quarzite heraus. Diese sind wohlgeschichtete Gesteine von bedeutender

Mächtigkeit. Die Dicke der einzelnen Schichten schwankt zwischen zirka 1 *mm* bis zu 10 *cm* und darüber. Auf den Schichtflächen treten sehr feine sericitische Häutchen auf; unter dem Mikroskop sieht man kleinste sericitische Fetzchen auch zwischen den kleinen Quarzkörnern.

Es fragt sich nun, welche stratigraphische Stellung diese Quarzite einnehmen. Ganz regelrecht tauchen sie unter den sicher obercarbonischen Schiefern und unter der graphitführenden Serie heraus. Ebenso sind sie bei Wald auf das engste mit dem Obercarbon verknüpft. Wir wissen auch, daß die graphitführende Serie ein relativ hohes Glied im Obercarbon der Grauwackenzone ist, und da ist von vornherein der Schluß nicht von der Hand zu weisen, daß die Quarzite eine Facies der obercarbonischen Schiefer sind, da die Quarzite fast unmittelbar unter der graphitführenden Serie liegen. Diese Vermutung wird dadurch bestätigt, daß einerseits auch in den Quarziten Graphitschiefer liegen und daß andrerseits eine Wechsellagerung von den Quarziten und den Schiefern stattfindet. Die innige Verknüpfung der Schiefer und der Quarzite läßt für die letzteren erkennen, daß es sich nur um eine facielle Verschiedenheit handelt und daß daher die Quarzite auch zum Obercarbon gehören.

Sehr bemerkenswert ist es, daß an mehreren Stellen der Grauwackenzone, und zwar immer im Obercarbon, basische Eruptiva einbrechen. Es sind mir bisher vier Stellen bekannt, an welchen peridotitische, mehr oder weniger in Serpentin umgewandelte Magmen im Obercarbon vorkommen. Die größte Serpentinmasse stellt der Lärchkogel bei Trieben vor; hier erreicht der Serpentinstock eine Ausdehnung von fast 2 *km* in der Längsachse des Massivs gemessen. Rings um diesen mächtigen Serpentinklotz liegt Obercarbon, mit welchem er eng verknüpft ist. Am besten ist das gegenseitige Verhältnis von Serpentin und dem Obercarbon östlich vom Lärchkogel aufgeschlossen. Aus dem kleinen Graben, der zwischen der Sunkmauer und dem Lärchkogel steil auf den flachen Sattel zwischen beiden Erhebungen hinaufzieht, läßt sich folgendes Profil feststellen: [1]

[1] Siehe die Textfig. 4.

(Oben.) Serpentin des Lärchkogels, zirka 150 *m* mächtig,
obercarbonischer Sandstein, zirka 10 *m* mächtig,
Serpentin, zirka 20 *m* mächtig,
Sandstein, zirka 5 *m*,
Graphitschiefer mit einer Einlagerung
von ziemlich reinem Graphit, zirka 5 *m*,
Sandstein, zirka 5 *m*,
Konglomerat,
Sandstein,
Graphitschiefer,
Konglomerat
(Unten.) usw.

} graphitführende Serie des Obercarbons.

Aus dieser Schichtfolge geht es wohl klar hervor, daß der Serpentin des Lärchkogels eng mit dem Obercarbon verknüpft ist. Die Beobachtung im Terrain aber zeigte auch, daß es sich um eine stockförmige Masse peridotitischen Magmas handelt.

Der Serpentin erreicht eine bedeutende Mächtigkeit; im Lärchkogel beträgt sie wenigstens 200 *m*, während sie im westlichen Teile des Massivs etwa 350 *m* erreicht. Der Serpentin steht in keinerlei Beziehung zum untercarbonischen Kalk der Sunkmauer; denn er ist von diesem durch ein ziemlich breites Band von Obercarbon getrennt und dieses stoßt mit einer Verwerfung am Kalk ab.

Das Gestein vom Lärchkogel gehört der Familie der Peridotite an; das mikroskopische Bild zeigt sofort, daß man es mit einem jener Gesteine zu tun hat, denen Weinschenk den Namen Stubachit gegeben hat.

In ganz frischen Handstücken hat das Gestein eine schwarzgrüne Farbe mit helleren grünen Partien; es ist so stark magnetisch, daß ich schon im Terrain selbst eine bedeutende Ablenkung der Magnetnadel meines Kompasses beobachten konnte, und das Nähern oder Entfernen eines kleinen Gesteinsstückes bringt bereits eine lebhafte Unruhe der Magnetnadel hervor. In Handstücken des stärker umgewandelten Gesteines nimmt dieses eine lichtgrüne Farbe an und die so gefärbten Gesteine bestehen fast ganz aus Antigorit.

Das Gestein vom Lärchkogel besteht aus Olivin, Antigorit und Chromspinell. Je nach dem Mengenverhältnis von Olivin und Antigorit lassen sich mehrere Varietäten unterscheiden; nur die zuletzt zu erörternde Varietät besteht ganz aus Antigorit.

Der Olivin ist fast überall frisch; nur an wenigen Stellen zeigen unklare Polarisationsfarben eine Zersetzung an, gewöhnlich zeigt sich keine Trübung. Im Dünnschliff ist das Relief sehr stark, so daß man ihn schon in gewöhnlichem Licht von dem ebenfalls farblosen Antigorit leicht unterscheiden kann; die Doppelbrechung ist bedeutend. Ganz deutlich sieht man, daß das Gestein aus einem Aggregat von Olivinkörnern besteht; die einzelnen zusammengehörigen Körner, die durch den Gebirgsdruck zerbrochen wurden, zeigen eine einheitliche Auslöschung, so daß man feststellen kann, daß es sich ursprünglich um größere, allerdings jede krystallographische Begrenzung entbehrende Olivinkörner gehandelt hat. Die Auslöschung der ganzen, ehemals ein Individuum bildenden Olivinkörner ist, allerdings sehr genau genommen, nicht ganz gleich, aber diese winzigen Unterschiede in der Auslöschung sind wohl auf sehr kleine Verschiebungen beim Zerbrechen der Krystalle unter dem Gebirgsdruck zurückzuführen. Im Olivin treten als Einschlüsse scharf umrissene Kryställchen von Chromit auf, der sich manchmal in bedeutender Weise anhäuft.

Wenn ich nun zur Erörterung der zweiten mineralischen Komponente des Gesteines vom Lärchkogel, zum Antigorit, übergehe, so bin ich dadurch gezwungen, zur Frage, ob der Antigorit primärer oder sekundärer Entstehung sei, einige Worte zu sagen. F. Becke[1] hat bei der Besprechung von diesbezüglichen Gesteinen aus dem Stubachtal in bestimmter Weise die Ansicht ausgesprochen, daß der Antigorit sekundärer Entstehung aus dem Olivin sei; auf den Spalten der Olivinkörner siedeln sich die Antigorite an, zersprengen und zerteilen die ersteren, ohne daß eine Maschenstruktur entsteht. Demgegenüber vertritt E. Weinschenk[2] die Ansicht, daß der

[1] Tschermak's Min. petr. Mitteil., XIV, p. 271.

[2] Abhandlungen der mathem. phys. Klasse der königl. bayr. Akademie der Wissenschaften, XVIII. Bd., 1895, p. 653 ff.

Antigorit zum Teil in primärer Verwachsung mit dem Olivin auftrete und dieser Anschauung hat sich in neuester Zeit B. Grannig angeschlossen. Weinschenk sagt, daß Antigorite durch die wie zerfetzt aussehenden Krystalle des Olivins hindurchschneiden und stets eine genaue Orientierung nach den krystallographischen Flächen des Olivins zeigen. Neben diesem primären Antigorit gibt es noch sekundär gebildeten, der, ein schuppiges Aggregat darstellend, sich an den primären Antigoriten und auf den Rissen und Spalten, ferner an den Grenzen der einzelnen Mineralkörner absetzt.

Ich muß nun dazu bemerken, daß ich derartige Erscheinungen beim Gestein vom Lärchkogel nicht wahrnehmen konnte; daher halte ich an der sekundären Bildung des Antigorites fest, der wohl unter dem Einfluß des Druckes durch postvulkanische Vorgänge entstanden ist. Der Antigorit hat eine niedere Lichtbrechung, eine dem Quarz ähnliche Doppelbrechung und ist fast unmerklich pleochroitisch. Was sein Verhältnis zum Olivin betrifft, so ist folgendes darüber zu sagen: Bei der an Antigorit armen Varietät durchsetzen winzige Antigorite, oft erst bei sehr starker Vergrößerung sichtbar, die Olivine, und zwar siedeln sich die Antigorite immer an den Rissen und Sprüngen an; schuppiger, nach Weinschenk also eigentich sekundärer Antigorit fehlt den an Antigorit armen Varietäten ganz. In anderen Handstücken wieder nimmt die Größe und Menge des Antigorites zu.

Als dritte mineralische Komponente ist Chromspinell zu nennen; er tritt einerseits im Olivin auf, kleinste Körnchen durchschwärmen diesen in größerer oder geringerer Zahl, andrerseits bildet er auch größere Anhäufungen im Gestein.

Je nach dem Mengenverhältnis von Olivin und Antigorit lassen sich mehrere Varietäten des Gesteins vom Lärchkogel unterscheiden; diese entsprechen also dem mehr oder weniger bedeutenden Maße der Umwandlung.

In einer Varietät herrscht der Olivin so unbedingt vor, daß man ein fast reines, unverändertes Olivingestein vor sich hat (Dunit). Antigorit tritt überhaupt nur als feinste Nadeln, Täfelchen in den Spaltrissen des Olivins auf.

In einer zweiten Varietät nimmt die Menge des Olivins ab, die des Antigorites zu; immerhin aber dominiert weitaus noch der Olivin. Der Antigorit tritt hier nicht nur auf den Spaltrissen des Olivins auf, sondern bildet auch größere Anhäufungen; hier zerspießen die Antigorite oft den Olivin. Wichtig ist es, daß zwischen den Antigoriten oft winzig kleine Olivine noch beobachtet werden können. Stellenweise hat der auf den Spaltrissen des Olivins angesiedelte Antigorit diesen schon fast ganz aufgezehrt.

In einer dritten Varietät tritt der Olivin ganz zurück und das mikroskopische Bild zeigt hauptsächlich Antigorit. Der Olivin tritt nur mehr in einzelnen, mehr oder weniger kleinen Körnchen zwischen den Antigoriten auf; diese letzteren und einzelne förmliche Züge von Chromspinell zeigen eine oft geradezu parallele Anordnung.

Lichtgrüne Handstücke, eine vierte Varietät, zeigen im Schliffe nur Antigorit, oft mit ganz hübscher Gitterstruktur.

Die Struktur des Gesteins vom Lärchkogel ist richtungslos körnig; es sind umgewandelte Peridotite, und zwar Dunite.

Neben dem großen Serpentinstock des Lärchkogels gibt es noch mehrere andere Serpentine im Obercarbon des Paltentales; alle folgen mehr oder weniger dem Gesteinstypus vom Lärchkogel; hierher gehört der Serpentin vom Graphitwerk im Sunk, dann die Serpentine vom unteren Lorenzer Graben und der ober dem Graphitwerk daselbst.

Das Obercarbon mit seinen mannigfaltig entwickelten Gesteinen nimmt, vielfach gefaltet, eine große Fläche in der »Grauwackenzone« des Paltentales ein. Es senkt sich am rechten Gehänge des Paltentales unter einer Folge von Schiefern und massigen Gesteinen, die einen wesentlich anderen Charakter aufweisen. Ich will hier nicht auf eine Erörterung der tektonischen Stellung dieser Gesteine eingehen und möchte nur andeuten, daß es sich vielleicht um eine höhere Decke handelt. Das charakteristische Gestein dieser Serie ist der sogenannte »Blasseneckgneis«, ein mehr oder weniger umgewandeltes porphyrisches Gestein. Ich will im folgenden eine kurze, vorläufige Beschreibung dieses Gesteinstypus geben, ohne auf die historische

Entwicklung der Erkenntnis des porphyrischen Charakters dieser und analoger Gesteine einzugehen, an der besonders Ohnesorge und Redlich beteiligt sind.

Am besten von allen mir bis jetzt bekannten »Blasseneckgneisen« zeigen einzelne Partien der sogenannten körnigen Grauwacken von Eisenerz den massigen Habitus und die porphyrische Natur des Gesteins. Einzelne Handstücke zeigen ein derartiges Aussehen, daß man schon bei der makroskopischen Beobachtung nicht zweifeln kann, daß es sich um ein porphyrisches Gestein handelt. Der »Blasseneckgneis« von Eisenerz hat keinerlei Absonderung, eine absolut massige Textur. Die porphyrische Struktur ist sehr schön ausgeprägt; in einer grünen Grundmasse liegen porphyrische Quarze, die ziemlich selten über eine Größe von 5 *mm* hinausgehen, ferner porphyrisch ausgeschiedene Feldspate. Schon das makroskopische Aussehen des Gesteines läßt auf einen Quarzporphyr oder ein diesem nahestehendes Gestein schließen; beweisend aber dafür ist der mikroskopische Befund.

Unter dem Mikroskop ist wohl zu trennen zwischen den Einsprenglingen und der Grundmasse. Unter den Einsprenglingen tritt besonders der Quarz hervor (siehe Fig. 1). Er hat eine meist unregelmäßige Form, die sich aber vielfach auf verschobene und zerbrochene Dihexaeder zurückführen läßt; viele Quarze zeigen auf das schönste die für porphyrische Quarze so ungemein charakteristische Erscheinung der magmatischen Korrosion. Oft ist es zu Zerbrechungen der Einsprenglinge gekommen, immer aber zeigen diese die Wirkungen des Gebirgsdruckes in undulöser Auslöschung und auch in der bekannten Streifung nahe der Auslöschung. Die Grundmasse durchzieht häufig die Quarze in feinen Gängen; auch enthalten diese scheinbare Einschlüsse von Grundmasse, die wohl nichts anderes sind als quer durchschnittene Gänge derselben. An Einschlüssen kommen Flüssigkeitseinschlüsse und undeutbare dunkle Pünktchen vor.

An Zahl gegen die Quarze zurücktretend kommt ferner als Einsprengling noch Feldspat vor. Dieser ist in überwiegender Menge Albit; das Vorhandensein desselben konnte erst bei der denkbar größten Dünne der Schliffe festgestellt

werden, denn in etwas dickeren, d. h. normalen Schliffen, tritt die Lamellierung des Plagioklases nicht mehr hervor. Der Albit ist sehr stark in sericitische Substanz umgewandelt, so daß er sich in gewöhnlichem Lichte kaum mehr von der Grundmasse abhebt. An Menge gegen den Albit sehr zurücktretend, kommt

Fig. 1.

Quarz aus dem Quarzkeratophyr von Eisenerz; ein großer zerbrochener Krystall neben anderen kleineren; deutliche magmatische Korrosion. In der Grundmasse einige chloritische Fasern (nach Biotit).

noch Orthoklas als Einsprengling vor; auch perthetische Verwachsungen desselben mit Albit ist zu beobachten. Die Orthoklase sind derartig in Sericit umgewandelt, daß sie sich auch in polarisiertem Lichte kaum mehr von der Grundmasse abheben.

Als basischer Einsprengling tritt Chlorit auf; in den meisten Fällen, wo eben eine Bestimmung möglich war, ist es

Pennin. Er tritt in langgestreckten Fasern im Dünnschliff auf und das bezeichnende Aussehen dieser Fasern, die charakteristische Spaltbarkeit in Längsschnitten deutet darauf hin, daß man es mit umgewandeltem Biotit zu tun hat. Das chloritische Mineral zeigt einen sehr deutlichen Pleochroismus; oft sind ganz unregelmäßige Anhäufungen von Chlorit in den Schliffen zu beobachten, die zum Teil durch Titanit ein schmutziggraues Aussehen erhalten.

Erz ist nicht viel vorhanden; dieses ist zum Teil Titaneisen, zum Teil Magneteisen. Die Grundmasse besteht aus Sericit und Quarz, wobei der erstere an Menge überwiegt; fein verteilte chloritische Fetzchen bedingen die makroskopisch grüne Farbe der Grundmasse, in der auch Epidotkörnchen auftreten. Sekundär zugeführt erscheint auf Spaltrissen und Gängen Calcit.

Das eben beschriebene Gestein ist als Quarzkeratophyr zu bezeichnen.[1]

Von allen mir vorliegenden zahlreichen »Blasseneckgneisen« steht dem eben beschriebenen Gestein im makroskopischen Habitus dasjenige vom Spielkogel bei Gaishorn am nächsten, wenn es auch von ihm etwas abweicht. Es soll im folgenden einer kurzen Erörterung unterzogen werden. Es fällt, da es eine durchaus massige Textur hat und auch keine sehr bedeutende Umwandlung erfahren hat, noch unter den Begriff: metamorpher Quarzporphyr.

In einer graugrünen Grundmasse stecken kleine porphyrische Quarze, durchschnittlich 2 bis 3 *mm* groß, doch finden sich auch solche, die 5 bis 8 *mm* Durchmesser aufweisen; schon makroskopisch kann man, besonders bei den größeren, Zerbrechung feststellen. Auch Feldspat tritt als Einsprengling auf. Der porphyrische Charakter des Gesteins tritt besonders schon vor Augen, wenn man eine angeschliffene Stelle desselben befeuchtet; dann heben sich in wunderbarer Weise die Einsprenglinge von der Grundmasse ab. Unter dem Mikroskop zeigen die Quarzeinsprenglinge öfter dihexaedrische Form, meist aber sind sie recht unregelmäßig gestaltet. Auch hier

[1] Auch Quarzporphyre und Quarzporphyrite kommen vor.

sind überall die für die Porphyrquarze bezeichnenden Erscheinungen zu sehen; die Einbuchtungen der Grundmasse machen den Umriß der Einsprenglinge zu einem vielgestaltigen; schlauchartige Gänge der Grundmasse in den Quarzen sind häufig zu sehen. Sehr intensiv ist die Beeinflussung der Quarze durch den Gebirgsdruck: abgesehen von der undulösen Auslöschung treten weitgehende Zerbrechungen und Zertrümmerungen der Quarze auf; diese mechanische Einwirkung äußert sich oft derart, daß ein großer Quarz in mehrere Stücke zerbrochen ist, die durch wahre Trümmerzonen miteinander verbunden sind; die Quarzkörner der Trümmerzonen zeigen randliche Fortwachsungen, Neubildung von Quarz. Wunderschön sind die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz, die oft in bedeutender Zahl und erheblicher Größe auftreten.

Der als Einsprengling auftretende Feldspat ist wohl Orthoklas; er ist sehr stark in Sericit umgewandelt, so daß er sich auch in polarisiertem Lichte kaum mehr von der Grundmasse abhebt. Auch der schon beim Gestein von Eisenerz erwähnte Chlorit nach Biotit tritt auf. Überall verbreitet ist das Umwandlungsprodukt des Titaneisens, das als Titanit in kleinen Mengen vorhanden ist; vom Titaneisen selbst ist nichts mehr der Umwandlung entgangen. Winzige Titanite sind in Menge im Chlorit, der auch hier Pennin ist, vorhanden und bedingen die häufige graubraune Färbung. Auch Epidot ist in scharf umrissenen Krystallen erhalten.

In der Grundmasse kann man zwei Ausbildungsarten unterscheiden, je nach dem Vorherrschen von Quarz oder Sericit. In der einen Ausbildungsweise ist viel Quarz in winzigen Körnchen erhalten; dazwischen tritt Sericit auf und kleine Fetzchen eines chloritischen Minerals. In der anderen Art der Grundmasse überwiegt der Sericit in der Grundmasse. Immer aber ist der Sericit das Umwandlungsprodukt des Feldspates. Winzige Titanite und auch Zirkone in geringer Menge, aber in schönen Krystallen treten in der Grundmasse auf.

Das Gestein ist als metamorpher Quarzporphyr zu bezeichnen.

Ein ganz ähnliches Gestein führt das Blasseneck selbst; besonders habe ich da das Vorkommen zwischen Punkt 1903

des Blasseneck und dem Haberltörl im Auge. Ein Unterschied liegt in der Menge des Feldspates, von dem hier mehr als Einsprenglinge vorhanden ist, ein Umstand, der schon der makroskopischen Beobachtung nicht entgehen kann. Unter dem Mikroskop zeigen die porphyrischen Quarze alle schon oben hervorgehobenen Eigenschaften; dasselbe ist auch bei den anderen mineralischen Komponenten der Fall. Die Wirkungen der Dynamometamorphose zeigen sich, ganz abgesehen von der Zertrümmerung der Quarze, in dem Ausziehen und Strecken der chloritischen Einsprenglinge. Das Gestein ist ärmer an Erz als das vorher beschriebene, dagegen reicher an Feldspat. Es ist ein metamorpher Quarzporphyr.

Fig. 2.
Quarz aus dem Quarzporphyr des Spielkogels; der Quarz ist zerbrochen und zeigt magmatische Korrosion. In der Grundmasse einige Chloritfasern.

In noch höherem Maße zeigt ein »Blasseneckgneis« von der Kühkaralpe am Blasseneck den Einfluß der Dynamometamorphose. Es ist von grauschwarzer Farbe, hat eine bankige Absonderung, ist ganz dicht und sehr reich an Sericit, der jedoch keine Schieferung hervorbringt. Im Dünnschliff sieht man in der an Sericit sehr reichen Grundmasse viele kleine porphyrische Quarze stecken; seltener treten große Quarze auf und diese zeigen manchmal dihexaedrische Form und auch wunderschöne magmatische Korrosionserscheinungen (siehe Fig. 3). Die ganz in Sericit umgewandelten Orthoklaseinsprenglinge heben sich gar nicht mehr von der Grundmasse ab; Erz ist in größeren Körnern sehr spärlich, in kleineren jedoch sehr häufig vorhanden. In der Grundmasse liegen winzige, unregelmäßig begrenzte chlori-

tische Fetzchen. Das Gestein nähert sich schon mehr einem Porphyroid.[1]

Auf den Gehängen der Kühkaralpe zum Blasseneck liegt ein Gestein, das auch Albit als Einsprengling führt, sonst aber mit dem vorigen ganz übereinstimmt; auch dieses Gestein zeigt schon starke Anklänge an einen Porphyroid.

Zwischen der Zeiritzalpe am Zeiritzkampel und dem Grünangertörl kommt ein Gestein vor, das man als Porphyroid bezeichnen muß.

Fig. 3.
Quarz mit Flüssigkeitseinschlüssen, magmatische Korrosion zeigend. Metamorpher Quarzporphyr, Kühkaralpe am Blasseneck.

Das im Handstück graugrüne Gestein zeigt eine scheinbar massige Textur, gegen welche die vorhandene Schieferung zurücktritt. Im Dünnschliff erscheint das Gestein gut geschiefert, was auch an angeschliffenen Stellen im Handstück sehr wohl festzustellen ist; es fällt da besonders die parallele Anordnung der mineralischen Komponenten auf, unter welchen besonders die gestreckten porphyrischen Einsprenglinge von Quarz bemerkenswert sind.

Unter dem Mikroskop erkennt man deutlich die Quarze als porphyrische Einsprenglinge; sie haben meist eine ansehnliche Größe und zeigen sehr schön eine mechanische Deformation, weitgehende Streckung und Auswalzung. Die großen Quarze sind ausnahmslos in Trümmeraggregate aufgelöst und scheiden sich natürlich sehr scharf von der Grundmasse ab; diejenigen Stellen, an welchen durch magmatische Korrosion Einbuchtungen der Grundmasse in den Quarzen vorhanden waren, sind derartig deformiert, daß sie scheinbar Verzahnungen der Grundmasse mit dem porphyrischen Quarz bilden. Doch wird trotzdem das charakteristische Bild der Quarze als porphyrische Einsprenglinge nicht sehr stark ge-

[1] Im älteren Sinne des Wortes.

stört. Die Quarze führen kleine Flüssigkeitseinschlüsse, deren Libelle oft in rascher Bewegung begriffen ist. Daß sie undulöse Auslöschung und die Streifung nahe der Auslöschung zeigen, erscheint bei dem hohen Grade der Deformation wohl ganz selbstverständlich.

Neben den zu kleinkörnigem Körneraggregat zerdrückten Quarzen finden sich auch solche, bei welchen kleine Körner

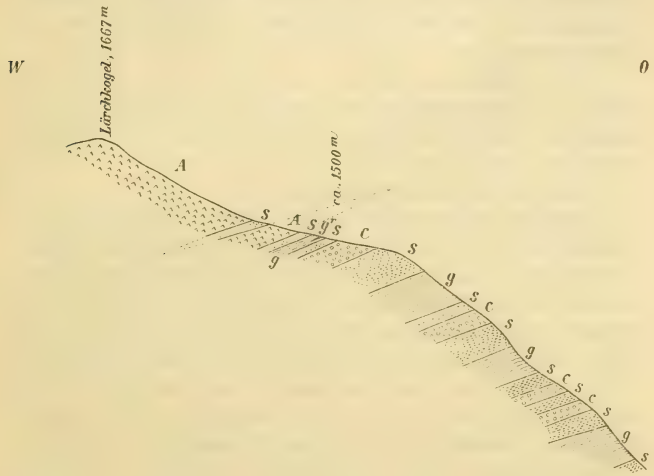


Fig. 4.

Profil durch die Kontaktzone von Obercarbon und Serpentin am Lärchkogel.

A = Serpentin.
S = Sandstein des Obercarbons.
G = Obercarbonischer Graphitschiefer.
Gr = Graphiteinlagerung.
C = Obercarbonisches Konglomerat.
} Graphitführende Serie.

sich um ein oder mehrere größere Bruchstücke scharen. Wie bei den früher beschriebenen Gesteinen durchziehen auch hier Grundmassepartien der Quarze in Gangform; natürlich sind diese bei der allgemeinen Zerbrechung auch stark gestört worden, sie sind oft ganz zerrissen und verbogen.

Die Feldspateinsprenglinge sind einerseits deformiert, andrerseits derartig in Sericit umgewandelt, daß sie auch in

polarisiertem Lichte kaum mehr erkennbar sind; meist war es Orthoklas, doch ist auch etwas mit Zwillingsstreifung versehener Feldspat zu erkennen (Albit?).

Das basische Mineral ist der zu Chlorit umgewandelte Biotit, bei dem sich auch eine bedeutende mechanische Deformation feststellen läßt; diese besteht hauptsächlich in einer Streckung in der Richtung der Schieferung. Bei der Umsetzung in Chlorit (Pennin) wurde Erz gebildet. Das sonst im Gestein enthaltene Erz ist Titaneisen gewesen, das ganz in Titanit umgewandelt ist.

Die Grundmasse besteht aus Quarz und hauptsächlich Sericit, dessen parallele Anordnung die Schieferung des Gesteins bedingt; dazwischen treten noch sehr feine Chloritschüppchen auf.

Das Gestein ist ein Porphyroid.

Bei der Zeiritzalpe selbst steht ein dünnblätteriger Schiefer an, den man makroskopisch am besten als Sericitschiefer bezeichnen könnte. Und doch zeigt der mikroskopische Befund, daß man es mit einem dynamometamorph umgewandelten Porphyr zu tun hat. Die porphyrischen Einsprenglinge sind weniger zahlreich und auch nicht so gut ausgeprägt wie bei dem oben beschriebenen Gestein; denn die Quarze sind sehr stark ausgewalzt und in Trümmeraggregate umgewandelt, und zwar derartig, daß von einer Beobachtung der magmatischen Korrosion kaum mehr die Rede sein kann. Die Feldspate sind total sericitisiert. Das Gestein ist als Sericitporphyroid zu bezeichnen.

Von den sehr stark dynamometamorph umgewandelten Porphyren möchte ich noch den Sericitporphyroid anführen, der im Johnsbachtal vor dem Punkt 961 der Karte 1 : 25000 im Tale selbst ansteht. Es ist ein schwarzgraues, sehr dünnschieferiges Gestein mit seidenglänzenden Schieferungsflächen, makroskopisch ein Sericitschiefer. Unter dem Mikroskop sieht man in der Grundmasse nur mehr Quarze als Einsprenglinge; es sind ziemlich kleine Körner, die oft einen ganz unregelmäßigen Umriß haben und infolge randlicher Fortwachsung wie zerfranst aussehen; das, was sie als Porphyrquarze charakterisiert, ist die magmatische Korrosion, die an

einigen von ihnen festgestellt werden konnte. Die Grundmasse besteht neben einer nicht unbedeutenden Menge von Erz aus Quarz und Sericit.

Nach dem eben Ausgeführten zeigt sich, daß ein großer Teil der Gesteine der »Blasseneckserie« mehr oder weniger umgewandelte Quarzporphyre, beziehungsweise Quarzkeratophyre sind; und es läßt sich von den wenig umgewandelten massigen Gesteinen bis zum dünnblätterigen Sericitschiefer eine kontinuierliche Übergangsreihe feststellen.

Diese Eruptivgesteine und ihre Umwandlungsprodukte werden von sedimentär entstandenen Gesteinen begleitet, die diesen Charakter mehr oder minder zur Schau tragen. Hierher gehören die Sericitquarzite der Kaiserau, wo sie in Verbindung mit Porphyroiden auftreten, des Flitzengrabens (Wetzschiefer) usw. Ich möchte nur nebenbei erwähnen, daß ich mit dem Namen Sericitquarzit ein sedimentäres Gestein bezeichne. Tragen diese Sericitquarzite den Charakter von Sedimentgesteinen nicht sofort erkenntlich an sich, so ist dies bei anderen der die Porphyre und Porphyroide begleitenden Gesteinen wohl der Fall, so bei den grobklastischen Gesteinen der Treffner Alpe, bei den graphitischen Schiefern der Eigelsbrunner Alpe usw.

Um nun zur Altersfrage und zur Erörterung der tektonischen Stellung der Porphyre, Porphyroide und der sie begleitenden Gesteine überzugehen, ist es wichtig, daß die Serie der »Blasseneckgesteine« von Obercarbon unterlagert und von Trias überlagert wird. Zweifellos liegen die Werfener Schichten vom Fuß des Reiting[1] über dem »Blasseneckgneis« des Liesingtales, wie E. Ascher gezeigt hat. Daraus aber auf ein permisches Alter der Porphyroide und dessen, was mit diesen zusammenhängt, zu schließen, geht nicht an, denn ich bestreite es, daß man im Kontakt von Obercarbon und den Gesteinen der Blasseneckserie eine normale Folge vor sich hat. Man wird daher in diesen letzteren ein Schichtpaket sehen müssen, das älter als die Trias ist, dessen

[1] Else Ascher, Mitteilung der Geologischen Gesellschaft in Wien, I, 1908, p. 402.

untere Altersgrenze aber vorläufig nicht festzustellen ist. Daraus ergibt sich auch eine nicht sichere tektonische Position; das Obercarbon taucht unter die Blasseneckserie unter.

Das Obercarbon wird, wie ich im vorigen Jahre ausgeführt habe, vom untercarbonischen Triebensteinkalk überschoben. In derselben tektonischen Position erscheinen über den Schiefern an einer ganzen Reihe von Stellen Kalke, die auch weithin streichende Kalkzüge bilden. In erster Linie ist da zu nennen die liegende Kalkfalte des Großen Schobers bei Wald, die Kalkzüge von Wald bis Gaishorn. Von besonderer Wichtigkeit ist der Umstand, daß an einigen Stellen im Kontakt mit den obercarbonischen Schiefern Reibungsbreccien vorkommen. Diese Kalke dürften Äquivalente des Triebensteinkalkes sein.

Von diesen Kalken aber sind wohl zu trennen die erzführenden Kalke (Spateisenstein, Ankerit), welche auf den Gesteinen der Blasseneckserie wurzellos aufsitzen, sie sind deshalb wurzellos, weil sie dieselbe tektonische Stellung einnehmen, wie die auf den Werfener Schichten aufliegenden erzführenden Kalke des Reiting. Der erzführende Kalk hat ein silurisch-devonisches Alter nach bisher gemachten Versteinerungsfunden (Eisenerz, Wildfeld, Gößeck). Dem erzführenden Kalk gehört nebst einigen kleineren Vorkommnissen der große Kalkzug Zeiritzkampel—Rotwand—Leobner Mauer—Ohnhardskogel—Treffner Alpe an. Dieser Kalkzug senkt sich als eine riesige Platte nach Nordosten, beziehungsweise Norden und wird wieder von Porphyroiden überlagert, welche die Decken der nördlichen Kalkalpen tragen.

Nun möchte ich noch einige Worte über den Brettsteiner Kalkzug sagen. Bei Brettstein konnte ich eine Versteinerung (einen Cyathophylliden?) finden, die ein paläozoisches Alter der Kalke wahrscheinlich macht. Ferner konnte ich feststellen, daß bei Oberzeiring diese Kalke von Pegmatiten durchbrochen und kontaktmetamorph umgewandelt werden; auch Granit tritt auf. Die tektonische Stellung des Kalkzuges ist dadurch charakterisiert, daß er sich überall unter die Gneise und Granite der Sekkauer Tauern senkt, daß also diese letzteren auf den Kalk aufgeschoben erscheinen.

Ohne auf eine genauere Erörterung der Tektonik der »Grauwackenzone« einzugehen, läßt sich der Bau nach meinen bisherigen Untersuchungen schematisch in folgender Weise andeuten:

Auf den Glimmerschiefern der Wölzer Alpen, die von Graniten und ihrem Ganggefolge durchbrochen werden, liegen in der Gegend von Oberzeiring, Pusterwald und Brettstein Kalke von paläozoischem Alter. Diese Kalke tauchen unter das Granit- und Gneisgebirge der Rottenmanner- und Sekkauer Alpen; dieses erscheint also wurzellos den Kalken aufliegend. Gneise tragen das vielfach gefaltete Obercarbon, das über den Gneisen transgrediert. Auf dem Obercarbon liegt der untercarbonische Triebensteinkalk.

Über all diesem liegen nach meiner Auffassung als höhere Decke die Gesteine der »Blassenecksерie« und wurzellos darauf der Zug der erzführenden Kalke vom Zeiritzkampel zur Treffner Alpe. Diese Kalke werden im oberen Johnsbachtale wieder von Porphyroiden überlagert und über diesen folgen die Decken der nördlichen Kalkalpen. Mir scheint es sicher zu sein, daß nicht die Dachsteindecke im Sinne von Haug mit diesen Porphyroiden verbunden ist, sondern daß auch eine tiefere Kalkalpendecke vorhanden ist.

Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen

von

K. Linsbauer und **Erna Abranowicz.**

(Mitgeteilt von **K. Linsbauer.**)

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Doppeltafeln und 8 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Jänner 1909.)

Angeregt durch Josing's Untersuchungen über den Einfluß des Äthers auf die Protoplasmaströmung, suchten wir die

[1] Die hier mitgeteilten Untersuchungen nahmen ihren Anfang in einem von mir geleiteten reizphysiologischen Praktikum; der experimentelle Teil wurde der Hauptsache nach von Frl. Erna Abranowicz durchgeführt, die Versuchsergebnisse gemeinschaftlich kontrolliert. Einzelne Versuche und Beobachtungen, welche im folgenden verwertet wurden, verdanken wir Herrn Dr. V. Vouk.

Die vorliegende Abhandlung, über welche ich auf dem Deutschen Naturforscher- und Ärztetag in Köln (1908) berichtete, lag bereits vorher fertig vor, doch verzögerte sich die Publikation, da wir sie im Herbste noch durch einige wichtige Experimente zu ergänzen gedachten; nachdem diese Absicht an der Ungunst der Witterung scheiterte, entschlossen wir uns zur Veröffentlichung der bisherigen Ergebnisse. Auf die inzwischen erschienenen sorgfältigen und umfangreichen Untersuchungen von G. Senn (II.) haben wir nur an den wichtigsten Stellen reflektiert, ohne im einzelnen auf übereinstimmende und trennende Anschauungen einzugehen, was eine weitgehende Umänderung und Erweiterung des vorliegenden Manuskriptes sowie eine große Zahl neuer Experimente bedurft hätte. Wir konnten darauf derzeit um so eher verzichten, als wir bei günstiger Jahreszeit unsere Versuche neuerdings aufzunehmen gedenken, wobei naturgemäß auf die kontroversen Ergebnisse besondere Rücksicht zu nehmen sein wird.

von ihm angewandte Methode auf die Bewegungserscheinungen der Chloroplasten in sinngemäßer Weise zu übertragen. Die von uns erzielten Ergebnisse machten es wünschenswert, einerseits die Rolle des Äthers näher zu untersuchen, andrerseits die gewonnenen Resultate zur Aufklärung der Chloroplastenumlagerung heranzuziehen, wozu manche neue experimentelle und anatomische Untersuchungen erforderlich waren.

Ehe wir ausführlicher auf die Ätherisierungsversuche eingehen, sollen in Kürze die Lagerungsverhältnisse der Chloroplasten in ihrer Beziehung zum Lichte dargestellt werden, wobei wir uns im Wesentlichen auf *Lemna trisulca* und *Funaria hygrometrica* beschränken. Beide Pflanzen, an welchen wir unsere Versuche hauptsächlich durchführten, stellen zwei der günstigsten Objekte zur Demonstration der Chloroplastenumlagerungen dar, auf welche bereits durch Borodin die Aufmerksamkeit gelenkt wurde.

Die Lagerungsverhältnisse der Chloroplasten.

Böhm, dem bekanntlich die Entdeckung der Chloroplastenbewegungen unter dem Einflusse wechselnder Beleuchtungsverhältnisse bei zahlreichen Sukkulenten zu danken ist, unterschied zwischen einer gleichmäßigen Verteilung der Chlorophyllkörner bei Kultur der Pflanzen »im Freien« und einer klumpenförmigen Anhäufung derselben an bestimmten Membranpartien, die sowohl bei direkter Insolation als auch bei völligem Lichtabschlusse sich einstellt. Durch die Untersuchungen von Famintzin, Borodin und Frank wurde bald eine große Anzahl von Pflanzen bekannt, welche ähnliche »Chlorophyllwanderungen« — wie Frank diese Erscheinung bezeichnete — aufweisen. Die genannten Forscher nahmen jedoch zunächst keinerlei Rücksicht auf die Wirkung direkter Insolation, stellten vielmehr ausschließlich das Verhalten der Chloroplasten in diffusem Lichte und im Dunkeln fest. Die beiden russischen Forscher unterschieden demnach zwischen einer Tages- und Nachtstellung; die erstere ist im allgemeinen durch die Ansammlung der Chloroplasten an den zur Oberfläche parallelen Zellenwänden charakterisiert (Flächenstellung),

während die letztere an der Ansammlung der Chlorophyllkörner an den zur Oberfläche senkrecht gerichteten Seitenwänden (Profilstellung) kenntlich ist. Frank, welcher auch an höheren Pflanzen und komplizierter gebauten Geweben analoge Stellungsverhältnisse beobachten konnte und die Umlagerung nicht allein durch Beleuchtungswechsel, sondern auch als Folge der Beeinflussung durch andere Agenzien, wie Verletzung, Temperaturextreme, Sauerstoffentzug, eintreten sah, bezeichnete die beiden charakteristischen Stellungen der Chloroplasten als Epi-, beziehungsweise Apostrophe. Im ersteren Falle liegen sie wenigstens vorwiegend auf den freien, d. h. an die Oberfläche oder an Interzellularen grenzenden Außenwänden, in letzterem hingegen an den zur Oberfläche senkrecht stehenden Fugenwänden. Frank entdeckte auch die Orientierung der Chloroplasten in ihrer Abhängigkeit von der Lichtrichtung, hielt aber diese Erscheinung für wesentlich verschieden von der »Chloroplastenwanderung«, wenngleich beide in bezug auf ihre Mechanik »auf das innigste« miteinander verwandt sind. Inzwischen hatte Borodin (II.) — wie schon früher Prillieux für *Selaginella* — den Nachweis erbracht, daß das Sonnenlicht im Gegensatze zur diffusen Beleuchtung in gleicher Weise wie Dunkelheit eine Profilstellung der Chloroplasten bedinge.

Während Frank Borodin's Entdeckung lebhaft anzweifelte, konnte Stahl dessen Beobachtungen vollinhaltlich bestätigen und erweitern. Er suchte den Nachweis zu führen, daß — im Gegensatze zu Frank — Epistrophe und orientierte Lagerung der Chloroplasten im wesentlichen analoge Vorgänge darstellen, indem beide von der herrschenden Lichtrichtung diktiert werden.

»Die Tagesstellung ist daher nur ein Spezialfall der allgemeinen Regel, daß die Chlorophyllkörner bei diffusem Lichte die zum Lichteinfall senkrechten Wandpartien bedecken.« Aber auch »die Anordnung der Körner bei intensivem Lichte« soll nach Stahl »nicht etwa unter einem bloß erregenden Einfluß des Lichtes stehen, durch welchen gewisse Umlagerungen von bestimmten Wandstellen an andere hervorgerufen würden, sondern direkt von der Richtung der Sonnenstrahlen bedingt« sein.

Diesem Komplex von Erscheinungen stellt Stahl Frank's Apostrophe gegenüber, die sich von der bei direkter Insolation auftretenden Profilstellung in gewissen Fällen auch in formaler Hinsicht unterscheide. »Die durch das Licht veranlaßten Chlorophyllwanderungen sind von der Richtung des Strahlenganges abhängig; bei der eher pathologischen Erscheinung der Apostrophe sind dagegen lediglich die anatomischen Verhältnisse für die Umlagerung von maßgebendem Einfluß.« In dieser Beziehung stimmt Stahl insofern mit Frank überein, als auch dieser in der Apostrophe »das Symptom einer geminderten Lebensenergie, eines Schwächezustandes, einer Erschlaffung« sieht.

Während sich Oltmanns im allgemeinen Stahl anschloß — auf Differenzen in den Anschauungen wird an anderer Stelle zurückzukommen sein — stellte Spencer le Moore (I.), dessen Arbeit uns leider nur in einem ausführlichen Referate in Just's Jahresbericht zugänglich ist, eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten der Chloroplastenumlagerung fest, welche zum Teil mit Stahl in Widerspruch stehen. Er scheint keinen prinzipiellen Unterschied zwischen der im Sonnenlichte eingenommenen Profilstellung und der im Dunkeln auftretenden Apostrophe anzunehmen. Er überträgt daher den Frank'schen Terminus auch auf die im intensiven Lichte angenommene Chloroplastenstellung und unterscheidet sie als positive Apostrophe von der als negative Apostrophe bezeichneten Nachtstellung.

Die letztere ist jedoch keineswegs immer eine dauernde Gleichgewichtsstellung. Nach längerem Verweilen in der Dunkelheit gehen viele, wenn nicht alle Chlorophyllkörner an die freien (Oberflächen-) Wände über, sie kehren mit anderen Worten in die Epistrophe zurück. Speziell bei *Lemna trisulca*, die in gewisser Beziehung eine Ausnahme darstellt, sollen sich bei Verdunklung mehr als 50 Prozent der Körner zu den Seitenwänden bewegen, während der Rest sich gleichmäßig auf Ober- und Unterseite verteilt, ein Zustand, den Moore (II.) als Merostrophe bezeichnet. Stahl hat speziell das Verhalten von *Lemna trisulca* im Dunkeln in anderer Weise dargestellt. Hier sollen sich — diese Angabe ist auch in die meisten Lehrbücher übergegangen — im Dunkeln die

Chloroplasten in der einschichtigen Randzone in reiner Profilstellung befinden, während sie in der folgenden zweizelligen Schichte sich zum Teil an den Seitenwänden, zum Teil an der zur Oberfläche parallelen Innenwand anlagern. Gerade darin soll der Unterschied gegenüber der in der Sonne angestrebten Verteilung zum Ausdrucke kommen, nachdem bei dieser auch die Innenwand von Chloroplasten entblößt ist. Hier liegen also die Chloroplasten nur an den zur Oberfläche senkrecht stehenden Fugenwänden, dort hingegen sind sie über sämtliche Binnenwände verteilt. Einen ähnlichen Unterschied in beiden Stellungen gibt auch Senn für die Randzellen von *Funaria hygrometrica* an.

Nach unseren Beobachtungen liegt kein prinzipieller Unterschied zwischen Dunkel- und Sonnenstellung der Chloroplasten bei *Lemna trisulca* vor. Stahl's Dunkelstellung erscheint uns vielmehr ebenso wie Moore's Merostrophe nicht als Ausdruck einer spezifischen Chloroplastenverteilung, sondern als Resultat einer nach bestimmter Zeit auftretenden Zwischenstellung.

Es hängt wesentlich vom Zeitpunkte der Untersuchung ab, welche Chloroplastenverteilung man im Dunkeln antrifft. Wir finden, daß die Körner in allen Zellen bei Verdunkelung apostrophieren oder wenigstens die Tendenz hiezu aufweisen und nach einer gewissen Zeit eine mehr oder minder vollkommene Flächenstellung annehmen. Die Chloroplastenumlagerungen setzen jedoch nicht in allen Zellen gleichzeitig ein und erreichen nicht immer das angestrebte Ziel. Beginn und Dauer der Umlagerung ist eben nicht allein von den momentanen Bedingungen abhängig, sondern wird auch durch innere Faktoren wesentlich beeinflußt, die zum Teil durch den Gewebeverband, zum Teil durch das Vorleben bestimmt und modifiziert werden. Im allgemeinen reagieren bei *Lemna trisulca* die Randzellen am schnellsten. Sie überflügeln die übrigen beträchtlich bei der Annahme der Profilstellung im Lichte und haben bei andauernder Dunkelheit die negative Apostrophe bereits lange mit der Flächenstellung vertauscht, wenn die Zellen aus der Mitte des *Lemna*-Thallus noch immer Profilstellung aufweisen. Die Rückkehr der Chloroplasten in die

Epistrophe ist übrigens in hohem Maße von den begleitenden Umständen abhängig; sie beansprucht im Herbste oft mehrere Tage, während sie im Sommer wesentlich schneller vor sich geht.

Es ist von Interesse und wird uns später noch beschäftigen, daß auch Bildung und Ableitung der Assimilate in diesen Gewebepartien mit verschiedener Geschwindigkeit vor sich gehen, indem die Stärkebildung in den Randzellen zunächst im Vorsprunge ist, während umgekehrt nach Verdunkelung diese Zellen bereits stärkefrei geworden sind, wenn die mittleren Gewebsanteile noch reichlichst Assimilate führen.

Die Chloroplasten von *Funaria* nehmen bekanntlich bei Verdunkelung gleichfalls Profilstellung an. Den von Senn angegebenen Unterschied zwischen der Stellung bei direkter Insolation und Dunkelheit, der in den Randzellen darin seinen Ausdruck finden soll, daß im letzteren Falle die Chlorophyllkörner nur an den Fugenwänden stehen sollen, konnten wir nicht oder doch niemals ausgesprochen beobachten. Möglicherweise liegt es an dem uns zur Verfügung stehenden Material, das zwar üppig entwickelt, immerhin aber viel schmälere Blätter hatte als das von Senn benützte.[1]

[1] Senn spannte die Blättchen von *Funaria* zwischen Glimmerplättchen, in welche Fenster von 2 *mm* geschnitten waren, die von den Blättchen überdeckt wurden. Die Blättchen unserer Exemplare erreichten kaum 1·5 *mm* Breite.

Auf Grund des neuen Werkes von Senn untersuchten wir nochmals das Verhalten der Chloroplasten an möglichst gleichartigen Blättchen von *Funaria* im Dunkeln; einer der Versuche verlief wie folgt:

Tag der Aufstellung.	Diffuses Licht.	Dunkel.
12./X.	Flächenstellung.	Flächenstellung.
13./X.	»	Übergang zur Profilstellung.
14./X.	»	Profilstellung; Randzellen zeigen das Senn'sche Verhalten.
15./X.	»	Profilstellung; Randzellen nicht mehr nach Senn.
16./X.	»	Im oberen Blatteil und in den Randzellen deutliche Rückkehr in Flächenstellung. In den basalen Zellen noch Profilstellung.

Die Randzellen zeigten also nur vorübergehend, in anderen Fällen nur in der Minorität das Senn'sche Verhalten.

Der Einfluß des Äthers auf die Chloroplastenbewegung.

Versuche über den Einfluß des Äthers auf die Chloroplastenbewegung lagen bis vor kurzem nur von seiten Elfving's vor, welcher eine hemmende Wirkung desselben konstatierte. Senn, welcher diese Frage neuestens studierte, kommt zu wesentlich anderen Ergebnissen, welche er in folgenden Sätzen zusammenfaßt: »Der Äther schaltet die Empfindlichkeit für optimal phototaktische und für innere Reize schon bei einer Konzentration aus, welche die CO_2-Assimilation noch nicht aufhebt. Die Fähigkeit, auf ultraoptimale Lichtreize zu reagieren, geht dagegen gleichzeitig mit der CO_2-Assimilation verloren« (l. c. p. 196). »2% (Ätherwasser) sistiert die Wanderung in Epistrophe und Apostrophe; 3% sistiert die Parastrophe« (l. c. p. 283).

Es besteht somit ein »prinzipieller« Unterschied zwischen Plasmaströmung und Chloroplastenbewegung. Bezüglich der ersteren war Josing zu dem überraschenden Ergebnisse gelangt, daß sie unter der Wirkung des Äthers bestimmter Konzentration nur bei Lichtabschluß dauernd sistiert, im Lichte hingegen alsbald wieder aufgenommen wird, während normalerweise die Rotation im Lichte und im Dunkeln annähernd gleich schnell vor sich geht.

Um den Einfluß des Äthers auf die Umlagerung der Chloroplasten kennen zu lernen, gingen wir in analoger Weise vor wie Josing. Als Untersuchungsmaterial diente fast ausschließlich *Lemna trisulca*, das uns stets in reichlichem Maße zur Verfügung stand. Wir gestatten uns, an dieser Stelle der Leitung der Wiener biologischen Versuchsanstalt, insbesondere Herrn L. v. Portheim für die Beschaffung des nötigen Materials unseren verbindlichsten Dank zu sagen.

Zu jeder Versuchsserie wurde unmittelbar vor dem Gebrauche ein größeres Quantum der gewünschten Ätherlösung in Wasser hergestellt und unter luftdichtem Verschlusse aufbewahrt. Die Angaben über die benützten Ätherdosen beziehen sich stets auf Volumprozente. Eine Anzahl unversehrter *Lemna*-Thalli kamen in einen Hängetropfen, der der frisch bereiteten Lösung entnommen wurde. Der Boden der kleinen feuchten

Kammer wurde gleichfalls einige Millimeter hoch mit derselben Ätherlösung beschickt und das den Hängetropfen tragende Deckgläschen auf den rauhen, mit Vaselin eingefetteten Rand der feuchten Kammer aufgedichtet. Das so adjustierte Objekt wurde unter eine kleine, auf eine Glasplatte aufgeschliffene und mit Vaselin gedichtete Glasglocke gebracht, in welche gleichzeitig eine offene Schale, welche Ätherwasser derselben Konzentration enthielt, eingebracht wurde. Natürlich mußte möglichst schnell operiert werden, um einen Ätherverlust tunlichst zu vermeiden. Wir konnten auf diese Weise tatsächlich eine Verflüchtigung des Äthers aus dem Hängetropfen vermeiden, wenngleich allerdings eine absolute Konstanz der Ätherkonzentration trotz aller aufgewendeten Mühe nicht garantiert war. Da es uns jedoch auf eine genaue Dosierung des Äthers nicht ankam, erfüllte die Methode ihren Zweck in hinreichendem Maße. Natürlich konnte eine wiederholte Kontrolle des einmal im Gange befindlichen Versuches nicht gut durchgeführt werden, da mit dem Öffnen der feuchten Kammern zweifellos ein zu großer Ätherverlust verbunden gewesen wäre.

Wir gingen zunächst von der Flächenstellung der Chloroplasten aus. Nachdem wir uns von dem Eintritte der Epistrophe überzeugt hatten, wurden die Pflanzen in 1% Ätherwasser übertragen und nach einer etwa $^1/_2$stündigen Einwirkung aus diffusem Lichte zum Teil in direktes Licht übertragen, zum Teil mit einem dunklen Rezipienten überdeckt. Selbstverständlich wurden an denselben Orten Kontrollversuche aufgestellt, zu welchen die Pflanzen in genau gleicher Weise adjustiert wurden mit dem Unterschiede, daß an Stelle der Ätherlösung Brunnenwasser in Anwendung kam. Durch Vorversuche hatten wir uns überzeugt, daß bei Konstanz der Lichtverhältnisse der Äther die herrschende Chloroplastenverteilung nicht beeinträchtigt.

Die ätherisierten Pflanzen wurden erst dann einer Untersuchung unterzogen, nachdem die Kontrollpflanzen positive, beziehungsweise negative Apostrophe aufwiesen. Es ergab sich zunächst, daß die Dunkelpflanzen durch die Einwirkung des Äthers an der Annahme der Profilstellung gehindert waren. Es wurden

in der Folge noch zahlreiche analoge Versuche durchgeführt und über verschieden lange Zeiträume ausgedehnt; stets blieben die Körner dauernd epistrophiert, jede Bewegung blieb sistiert. Im Lichte schien jedoch der Äther auf die Chloroplastenbewegung gänzlich ohne Einfluß zu sein; die Annahme der Profilstellung ging ganz normal vonstatten. Die Ätherwirkung machte sich erst bei genauerer Beobachtung dadurch bemerklich, daß sie die Chloroplastenbewegung geradezu beschleunigte. Bei einer bestimmten äußeren Intensität benötigten z. B. die ätherisierten Pflanzen nur 20 Minuten, um die vollkommene Profillage der Chloroplasten zu erzielen, während die Kontrollpflanzen etwa die doppelte Zeit zur Erreichung desselben Effektes brauchten.

Diese Ergebnisse, welche durch zahlreiche zu übereinstimmenden Resultaten führende Versuche gesichert wurden, stehen mit den Josing'schen Befunden im besten Einklange.

Anders fielen allerdings die Resultate aus, wenn dem Äther nicht wie in den bisher beschriebenen Versuchen Gelegenheit geboten war, längere Zeit auf die Pflanzen einzuwirken, diese vielmehr sofort nach Übertragung in Ätherwasser zum Versuche benützt wurden. In diesem Falle konnte auch bei Lichtabschluß noch die Dunkelstellung erreicht werden, was um so auffälliger ist, als man doch gewohnt ist, die Wirkung des Äthers auf das Plasma infolge seiner leichten Diosmierbarkeit als eine fast momentane zu betrachten. Dieses Ergebnis führte zur Vermutung, daß die Ätherwirkung in unserem Falle keineswegs in einer direkten Beeinflussung des Plasmas, dasselbe anästhesierend oder exzitierend, zu suchen ist, daß vielmehr der Ablauf irgendeines Prozesses, der mit der Umlagerung der Chloroplasten im Zusammenhange steht, in bestimmter Weise verändert und dadurch indirekt die Chloroplastenbewegung beeinflußt wird.

Daß das Unterbleiben der Umlagerung bei Lichtentzug nicht auf eine anästhesierende Wirkung des Äthers zurückgeführt werden kann, geht übrigens auch aus folgendem Versuche hervor. Wurde die ätherisierte Dunkelpflanze, deren Bewegung sistiert worden war, in direktes Sonnenlicht übertragen, so machte sich dessen Einfluß alsbald in der Annahme

der normalen Profilstellung geltend. Wurde die Dunkelpflanze in reines Brunnenwasser übertragen, so erreichte sie ebenso normal wieder die negative Apostrophe. Diese Versuche entkräften auch den etwaigen Einwand, daß mit der kombinierten Wirkung von Äther und Dunkelheit eine dauernde Schädigung verbunden wäre.

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde die Ätherisierung im Zustande der positiven Apostrophe durchgeführt und die derartig behandelten Objekte in diffuses Licht und ins Dunkle übertragen. In beiden Fällen blieb die Profilstellung dauernd erhalten. Der Äther beschleunigt demnach und erhält gleichzeitig einen Prozeß, der im Lichte zur Profilstellung der Chloroplasten führt.

Es war natürlich von vorneherein anzunehmen, daß nicht alle Ätherkonzentrationen in gleicher Weise wirksam sein würden. Es wurden zur flüchtigen Prüfung dieser Frage *Lemna*-Pflanzen der Reihe nach in $^1/_4$, $^3/_{10}$, $^5/_{10}$ und 1% Ätherlösung übertragen und nach entsprechender Zeit direkter Insolation ausgesetzt. Nach 20 Minuten war in den beiden schwächeren Konzentrationen fast noch reine Flächenstellung erhalten, während die Exemplare in 0·5prozentiger Lösung starke Annäherung an Profilstellung zeigten, die in 1% Ätherlösung bereits vollkommen erreicht war. Erst nach 40 Minuten wiesen sämtliche Präparate in gleicher Weise Profilstellung auf. Höhere Ätherkonzentrationen schädigen bereits in der Regel die *Lemna*-Zelle, was sich in einer Ansammlung der Chloroplasten in den Zellecken kundgibt. Die von uns in Anwendung gebrachte 1-prozentige Ätherlösung dürfte im allgemeinen die für die Versuche günstigste Konzentration darstellen.[1]

Beziehung zwischen Ätherwirkung und osmotischem Druck.

Es war unsere nächste Aufgabe, eine Vorstellung über die Wirkungsweise des Äthers zu gewinnen. Einige Vorversuche

[1] Eine durchwegs bindende Angabe läßt sich übrigens kaum machen, da der Grad der Ätherwirkung, wie wir des öfteren erfuhren, von der Vitalität der zum Versuche dienenden Individuen, ihrem Ernährungszustand und zweifellos noch von anderen zum Teil unkontrollierbaren Faktoren abhängt.

veranlaßten uns, den Einfluß des Äthers auf den Turgor zu untersuchen. Wurden Algen, wie *Spirogyra, Mougeotia* etc., der Plasmolyse unterworfen, so konnte diese bei Zusatz von 1% Äther zum Plasmolytikum im Lichte bald wieder rückgängig gemacht werden.

Lemna-Pflänzchen wurden nun zunächst in 1 Mol KNO_3 eingelegt und, sobald sich eine deutliche Plasmolyse bemerkbar gemacht hatte, in eine gleich konzentrierte Salpeterlösung übertragen, der 1% Äther zugesetzt worden war. Die Versuchsanstellung blieb dieselbe wie bei gewöhnlichen Ätherisierungsversuchen mit dem Unterschiede, daß für den Hängetropfen eine ätherhältige Salpeterlösung benützt wurde.

Lassen wir zunächst die bei Lichtabschluß durchgeführten Versuche beiseite, so ergab sich, daß die Plasmolyse im diffusen Tageslichte unversehrt erhalten blieb, während sich bei direkter Insolation bald ein Rückgang bemerkbar machte, der nach mehreren Stunden bis zu einem völligen Anlegen des Plasmaschlauches an die Zellwand führte oder bei allzustarker Plasmolyse wenigstens eine Annäherung an den normalen Zustand bewirkte.[1]

Diese wiederholt sichergestellte Tatsache, welche eine unverkennbare Analogie zum Verhalten der Chloroplasten bei Ätherwirkung aufwies, ließ eine mehrfache Deutung zu. Es konnte zunächst daran gedacht werden, daß durch den Einfluß des Äthers die Hautschichte des Plasmas für das Plasmolytikum permeabel wird, so daß auf diesem Wege ein Stoffausgleich und ein Ausgleich des osmotischen Druckes sich hätte einstellen können. Eine solche Steigerung der Permeabilität ist

[1] Zu unserer Befriedigung erfuhren wir aus einem vorläufigen Berichte über einen Vortrag K. Richter's (I.), daß derselbe auf ganz anderem Wege gleichfalls eine Turgorsteigerung als Folge der Einwirkung narkotischer Mittel nachwies.

Dem ausführlicheren Vortrage Richter's über diesen Gegenstand am Kölner Naturforschertag (1908) ist zu entnehmen, daß Richter eine Turgorsteigerung unabhängig vom Lichteinflusse beobachtete; seine Objekte (Knollen, Keimlinge etc.) waren aber von vorneherein schon im Besitze von Reservestoffen. Hier beeinflußten die Narkotika offenbar den Abbau der Assimilate, während in unserem Falle Synthese und Abbau unter dem verändernden Einflusse des Äthers stand.

jedoch bei Ätherwirkung bisher nicht bekannt geworden. Pfeffer (I.) wies vielmehr wenigstens für Anilinfarbstoffe nach, daß Austausch und Speicherung durch Anästhetika nicht beeinträchtigt wird. Einige diesbezügliche Versuche mit Anthokyanlösungen, welche wir durchführten, zeigten auch, daß die Impermeabilität des Plasmas für diesen Farbstoff durch Anwesenheit von Äther nicht beeinflußt wird. Kommt diesen Versuchen auch keine volle Beweiskraft mit Bezug auf das angewandte Plasmolytikum zu, so trifft die Annahme einer gesteigerten Permeabilität als Wirkung des Narkotikums schon deshalb nicht zu, weil sonst auch im diffusen Lichte (und im Dunkeln) die Durchlässigkeit hätte erhöht werden müssen. Eine derartige Wirkung eines Stoffes, der überdies wie Äther außerordentlich schnell in die Zelle eindringt, müßte sich wohl auch bereits in kürzerer Zeit bemerkbar machen.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit bietet die Annahme, daß der Turgor in der ätherisierten Zelle im kräftigen Lichte eine Steigerung erfährt. Es könnte etwa bei gleichbleibender Assimilationsstärke die normale Ableitung osmotisch wirksamer Assimilate mehr oder minder gehemmt werden. Dafür sprechen die Befunde von Puriewitsch und Fr. Czapek. Ersterer zeigte bekanntlich, daß bei Ätherisierung die Entleerung der Reservestoffe aus den Endospermen unterbleibt; letzterer fand unter denselben Umständen die Ableitung der Assimilate gehemmt. Es könnte aber auch ohne Änderung der Permeabilitätsverhältnisse die Produktion osmotischer Substanz im Lichte etwa durch gesteigerte Assimilation gefördert werden. Die erstere Eventualität dürfte jedoch ebenfalls nicht zutreffen oder doch nicht allein maßgebend sein, da sonst der Unterschied im Verhalten ätherisierter Pflanzen bei diffusem und Sonnenlichte unverständlich bliebe. Zweifellos erfolgt auch eine Ableitung autochthoner Stärke trotz der Ätherisierung; ob und in welchem Grade der zeitliche Reaktionsablauf verändert wird, konnten wir bisher nicht mit Sicherheit feststellen.

Die zweiterwähnte Eventualität findet in dem Ergebnisse einer Versuchsreihe eine Stütze, welche vergleichend mit *Lemna trisulca*, Blättern von *Elodea* und einer chlorophyllfreien Epidermis einer *Maranta* spec. durchgeführt wurde.

Die Objekte wurden in gewohnter Weise plasmolysiert, hierauf in das 1% Äther enthaltende Plasmolytikum gleicher Konzentration übertragen und dem direkten Lichte ausgesetzt. Während nach einigen Stunden bei *Lemna* die Plasmolyse vollständig ausgeglichen, bei *Elodea* wenigstens nahezu zurückgegangen war, blieb sie in den Epidermiszellen nach wie vor erhalten. Ein Zusammenhang mit der Assimilationstätigkeit ist demnach unverkennbar.

Wenn der Rückgang der Plasmolyse auf einer durch die Wirkung des Äthers gesteigerten Assimilationstätigkeit beruht, so müßte sich auch ein Einfluß der Lichtfarbe konstatieren lassen. Ein diesbezüglicher (im Sommer durchgeführter) Versuch, welcher unter Senebier'schen Glocken angestellt wurde, verlief in folgender Weise.

Lemna trisulca mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 plasmolysiert.

	+ 1% Äther		ohne Äther	
	rot	blau	rot	blau
a.	vollständiger Rückgang	starke Plasmol. erhalten	teilweiser Rückgang	Plasmolyse erhalten
b.	Rückgang	starke Plasmol. erhalten	Rückgang	Plasmolyse erhalten

Ein Rückgang der Plasmolyse war demnach tatsächlich nur im roten Lichte eingetreten. Äther hatte in einem Falle *(a)* die Wirkung unverkennbar gesteigert, während im zweiten Falle *(b)* eine solche Differenz, wahrscheinlich wegen zu später Kontrolle nicht zu beobachten war. Die stark brechbaren Strahlen hatten jedoch auf den Rückgang der Plasmolyse keinen Einfluß.

Den gehegten Erwartungen entsprechend verlief auch folgende Versuchsserie. (Winter 1907.)

Lemna trisulca verblieb in 1prozentiger Ätherlösung zirka 7 Stunden.

I. Im Sonnenlichte. II. Im diffusen Tageslichte.

Die nun durchgeführte Plasmolyse mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 ergab.

	I	II
a)	schwache Plasmolyse	stärkere Plasmolyse
b)	keine Plasmolyse	schwache Plasmolyse

Von der durch Äther beschleunigten Assimilationstätigkeit im direkten Lichte kann man sich übrigens auch unmittelbar durch die Sachs'sche Jodprobe überzeugen. Wir fanden in der Regel in den ätherisierten Objekten eine reichlichere Stärkeansammlung vor als in den Kontrollpräparaten.[1] Es scheint aber die Quantität der bereits vor dem Ätherisieren vorhandenen Stärke auf die Wirkung des Äthers von großem Einflusse zu sein, so daß unter Umständen dieselbe Dosis, welche bei bestimmten Beleuchtungsverhältnissen eine beschleunige Wirkung ausübt, auf andere Individuen, welche sich unter anderen Bedingungen entwickelten, einen schädlichen Einfluß äußert. Diese und ähnliche Vermutungen, welche zum Teil Kegel bereits in seiner oben zitierten Arbeit behandelte, bedürfen jedoch noch weiterer eingehender Untersuchungen, die bisher noch nicht zum Abschlusse gelangten. Auch die Wirkung des Äthers auf die Synthese, beziehungsweise Abbau und Ableitung der Assimilate bleibt einer künftigen Untersuchung vorbehalten.

Unsere Untersuchungen haben jedoch für die vorliegende Frage zwei wichtige Tatsachen zweifellos festgestellt:

1. Äther wirkt auf den Rückgang der Plasmolyse in analoger Weise ein wie auf die Chloroplastenbewegung, indem beide Prozesse unter seinem Einflusse sich nur bei direkter Insolation abspielen.

[1] Auch Kegel glaubte mit Hilfe der Gasblasenmethode eine Steigerung der Assimilationsenergie durch bestimmte Ätherdosen nachweisen zu können. Schröder konnte zwar einwandfrei nachweisen, daß sich Kegel durch ein Austreiben der Interzellularenluft täuschen ließ, wenn er hohen Ätherkonzentrationen eine assimilationsfördernde Wirkung zuschrieb. Für schwächere Konzentrationen (zirka 1%) braucht jedoch dieser Einwand nicht zu gelten. Einige orientierende Versuche zeigten eine ganz energische Förderung des Blasenstroms unter dem Einflusse von 1% Ätherwasser, der sich ausschließlich von einer gewissen Beleuchtungsintensität an einstellte und demnach offenbar nicht auf einem bloßen Entweichen der Interzellularenluft beruhen dürfte.

2. Unter dem Einflusse einer Ätherlösung von bestimmter Konzentration tritt im direkten Lichte eine Turgorsteigerung ein, die wenigstens zum Teil mit einer gesteigerten Assimilationstätigkeit im Zusammenhange steht.

Beziehung zwischen Apostrophe und Turgorsteigerung.

Durch diese Befunde waren wir natürlich zur Vorstellung gedrängt, daß zunächst die bei direkter Insolation auftretende (positive) Apostrophe auf gesteigerter Kohlensäureassimilation, beziehungsweise auf einer Turgorzunahme beruhe. In diesem Falle ließe sich die beschleunigende Wirkung des Äthers im Sonnenlichte in analoger Weise wie der Rückgang der Plasmolyse erklären. Es war daher vor allem erforderlich zu untersuchen, ob die positive Apostrophe nur unter den Bedingungen der Kohlensäureassimilation, beziehungsweise der Turgorsteigerung sich einstelle.

a) Einfluß der Zuckerassimilation im Dunkeln.

Wenn im direkten Lichte eine infolge gesteigerter Kohlensäureassimilation bewirkte Turgorerhöhung eine Profilstellung der Chloroplasten bedingt, so war zu erwarten, daß bei einer Ernährung der Pflanzen mit Zuckerlösung auch im Dunkeln eine Steigerung des Turgors sich einstellen dürfte, deren Folge in einer dauernden Profilstellung der Chloroplasten zum Ausdruck kommen müßte, während bei Mangel an organischer Nahrung sie normalerweise nach einiger Zeit einer Flächenstellung weichen sollte.

Wir übertrugen *Lemna*-Pflänzchen in eine 5prozentige Lösung von Traubenzucker. Die Objekte blieben tagelang bei völligem Lichtabschlusse stehen. Die von Zeit zu Zeit entnommenen Proben wiesen tatsächlich unseren Erwartungen entsprechend stets Profilstellung auf und hatten natürlich auch reichlich Stärke angehäuft, während in den Kontrollversuchen die Chloroplasten aus der Profilstellung stets in Epistrophe zurückkehrten.

b) Einfluß von CO_2-Entzug.

Josing fand, daß CO_2-Entziehung auf die Plasmaströmung den gleichen Einfluß ausübt wie Ätherzusatz, daß sie nämlich

im Dunkeln sistiert, im Lichte jedoch reaktiviert wird. Zusatz einer nicht flüchtigen Säure bewirkt hingegen auch im Dunkeln eine Fortdauer der Plasmaströmung; da überdies die Wirkung des CO_2-Entzuges auf chlorophyllfreies Plasma dieselbe ist wie auf chlorophyllhältiges, so folgt daraus, daß der Wiedereintritt der Strömung im Lichte mit der CO_2-Assimilation in keinem Zusammenhange steht.

Die Wirkung des CO_2-Entzuges auf die Chloroplastenbewegung machte sich hingegen in einer wesentlich anderen Weise geltend. Zunächst wurden eine Anzahl Vorversuche nach der von Josing angewandten Methode durchgeführt. Die zu untersuchenden Objekte, deren Chloroplasten im Tageslichte epistrophiert waren, kamen in den Hängetropfen einer Glaskammer, deren Boden mit einer konzentrierten Lösung von KOH beschickt war, und wurden nach einiger Zeit in dieser Adjustierung dem Sonnenlicht und der Dunkelheit ausgesetzt.[1] Es ergab sich übereinstimmend, daß im Dunkeln die Profilstellung in normaler Weise angenommen wurde, während bei direkter Insolation die Bewegungstätigkeit sistiert blieb.

Wurde *Lemna* in ausgekochtes, mit Öl überschichtetes Wasser eingelegt, so trat allerdings unter allen Umständen Profilstellung ein, entsprechend den bereits von Frank durchgeführten Versuchen. Es könnte jedoch diese Stellung sowohl auf den Mangel an CO_2 wie auf O-Mangel, wie es Frank annahm, zurückzuführen sein. Zur Entscheidung der Frage leiteten wir einige Minuten einen O-Strom durch das ausgekochte Wasser, worauf sich im direkten Lichte nach $1^1/_2$ Stunden wieder die Flächenstellung einstellte.

Da den Pflanzen im Hängetropfen immerhin etwas in Wasser gelöste CO_2 zur Verfügung stehen mußte, zu deren Verbrauch einige Zeit nötig war, brachten wir auch *Lemna* in absolut feuchtem Raum auf gut durchfeuchtetem Organtin in ein mit wässeriger KOH-Lösung oder besser noch mit KOH durchtränktem Sand gefülltes, gut verschließbares Gefäß, wobei natürlich ein direkter Kontakt mit der Flüssigkeit vermieden wurde. Die Pflänzchen hielten sich in der feuchten

[1] Diese Versuche wurden von Herrn Dr. V. Vouk durchgeführt.

Atmosphäre während der Versuchsdauer vollkommen frisch. Eine nach $1^1/_2$ Stunden durchgeführte Prüfung ergab, daß die konform adjustierten Kontrollexemplare Profilstellung aufwiesen, während die im CO_2-freien Raum befindlichen Versuchspflanzen noch in Flächenstellung verharrten. Gleiche Versuche wurden auch mit *Funaria* durchgeführt, die aber nur dann die Flächenstellung bei CO_2-Entzug im direkten Lichte beibehielten, wenn sie in stärkefreiem Zustand benützt wurden; auch bei *Lemna* dürfte zum Gelingen des Experimentes ein geringer Stärkegehalt oder vollkommener Stärkemangel Bedingung sein.[1]

c) Einfluß der Lichtqualität auf die Annahme der Profilstellung.

Über die Beeinflussung der Chloroplastenstellung durch die Lichtfarbe liegen bereits Versuche von Borodin vor, denen zufolge das rote Licht wie Dunkelheit wirke, während blaues Licht in gleicher Weise wie (zerstreutes) Tageslicht Flächenstellung der Chloroplasten bedinge. Diese Beobachtung, welche auch von Schmidt bestätigt wurde, erweiterte Frank dahin, daß sich in beiden Fällen trotz der angestrebten Profil- beziehungsweise Flächenstellung die Lichtrichtung geltend mache, indem die Chloroplasten die vom Lichte getroffenen Seiten der Zellen bevorzugen. Die schwach brechbaren Strahlen wirken dabei allerdings gegenüber den stark brechbaren nur unbedeutend orientierend, beide Lichtqualitäten stehen jedoch dem Tageslicht an Wirksamkeit nach.

Unter Beziehung auf diese vier Versuche bemerkt Pfeffer (II, II. Bd., p. 785): »Die Orientierung der Chlorophyllkörper kann aber nicht wohl durch die assimilatorische Tätigkeit bedingt sein, da jene, analog wie andere tropistische Reaktionen, fast allein durch die stärker brechbaren Strahlen hervorgerufen wird, also nicht durch die schwächer brechbaren, denen gerade die ansehnlichste assimilatorische Wirkung zukommt.«

[1] Senn kommt in seinem neuesten Werke auf Grund seiner Versuche zu einem völlig abweichenden Resultat. Er findet: »Alle photischen Verlagerungen werden in CO_2-freier Luft in gleicher Weise vollzogen wie in CO_2-haltiger«. (l. c., p. 177).

Die vorliegenden Beobachtungen über den Einfluß der Lichtqualität auf die Chloroplastenbewegungen beziehen sich jedoch durchwegs nur auf Epistrophe sowie auf die orientierte Ansammlung der Chloroplasten und gestatten daher keinen Schluß auf die Bedeutung der Lichtqualität für die Annahme der Profilstellung im direkten Lichte.

Wir führten eine Anzahl diesbezüglicher Versuche unter Senebier'schen Glocken aus, die teils mit Kaliumbichromat, teils mit Kupferoxydammoniak gefüllt waren; sie führten jedoch nur in den Sommermonaten bei günstigen Beleuchtungsintensitäten zu übereinstimmenden Resultaten, während sie bei andauernd schwachen Intensitäten einen anderen Verlauf nahmen. Dazu kommt, daß nur gleichalterige Thalli und auch an diesen nur jeweilig gleiche Blattpartien untereinander vergleichbar sind. Unsere Versuche führten zu dem Ergebnisse, daß sowohl im roten wie im blauen Lichte mit und ohne Ätherbehandlung Profilstellung angenommen wurde. In einem Falle kehrten die Chloroplasten nach mehreren Stunden im blauen Lichte (ohne Äther) wieder in Flächenstellung zurück, während im roten Lichte dauernd Profilstellung beibehalten blieb. Im blauen Lichte war demnach die gleiche Stellungsveränderung vor sich gegangen wie bei völligem Lichtabschluß, während die assimilatorisch wirksamen, schwach brechbaren Strahlen eine positive Apostrophe veranlaßten. Daß in ätherisierten Objekten unter der blauen Glocke eine Rückkehr in die Flächenstellung nicht erfolgte, kann nicht überraschen, da wir auch sonst erfuhren, daß Profilstellung unter dem Einfluß des Äthers erhalten bleibt.

War dieser letzterwähnte Versuch zwar mit einer Anzahl von Individuen durchgeführt, so wäre doch eine größere Zahl von Experimenten nötig gewesen, um das Ergebnis für beweisend zu halten, um so mehr als nach Senn gerade das rote Licht wie Dunkelheit wirken soll; leider scheiterten gerade diese Versuche an der Ungunst äußerer Verhältnisse.

Wenngleich also noch weitere Versuche ausstehen, so stimmen doch die sub *a* bis *c* vorgeführten Beobachtungen untereinander gut überein und verleihen der Annahme mindestens eine sehr große Wahrscheinlichkeit, daß die

positive Apostrophe nur bei gesteigerten Assimilationsbedingungen, beziehungsweise bei einer dadurch bedingten Turgorzunahme auftritt.

Ob die Profilstellung jedoch in allen Fällen mit einer Turgorerhöhung im Zusammenhange steht, können wir bisher nicht mit völliger Sicherheit angeben. Daß dies bei Ernährung mit Zucker im Dunkeln der Fall ist, erscheint wohl zweifellos. Plasmolyseversuche mit verdunkelter *Lemna* ergaben zunächst ganz widersprechende Resultate, wodurch wir auf die Idee gebracht wurden, daß ein Zusammenhang mit der Quantität der vorhandenen Assimilate bestehen dürfte. Tatsächlich erfolgte in den Wintermonaten eine Rückkehr der im Dunkeln apostrophierten Körner in Epistrophe viel langsamer als im Sommer nach vorhergehenden günstigen Assimilationsbedingungen. Für diesen Zusammenhang spricht unter anderem auch die bereits oben erwähnte Tatsache, daß in den Randzellen von *Lemna*, aus denen die Stärke zunächst verschwindet, die negative Apostrophe bald in Epistrophe übergeht, während in den mittleren Gewebepartien noch lange hindurch Stärke nachweisbar ist und auch Profilstellung der Chloroplasten weitaus länger erhalten bleibt.

Dafür, daß die im Dunkeln auftretende Profil-, beziehungsweise Flächenstellung mit einer Turgorzu-, beziehungsweise -abnahme Hand in Hand geht, scheinen jedoch folgende Versuche zu sprechen, welche ich unserem Versuchsprotokoll entnehme:

I. *Lemna* aus diffusem Lichte. Chloroplasten in Flächenstellung. Mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 nach 2 Minuten deutliche Plasmolyse.

$1^1/_2$ Stunden verdunkelt: — Apostrophe. Mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 nach 15 Minuten noch keine Plasmolyse erkennbar.

II. Material wie im vorigen Versuch. Nach 24 Stunden untersucht

a) im direkten Lichte:	*b)* im Dunkeln:
Profilstellung.	Flächenstellung.
Mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 nach	Mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 nach
1 Stunde noch keine	wenigen Minuten
Plasmolyse.	stark plasmolysiert.

III. Dasselbe Material. Verdunkelt.
Nach 24 Stunden Annäherung an Profilstellung. $^3/_{10}$ Mol KNO_3 plasmolysiert nicht mehr.
Nach 48 Stunden Annäherung an Flächenstellung.[1] Plasmolyse mit $^3/_{10}$ Mol KNO_3 wieder möglich.

IV. *Lemna* in Profilstellung aus dem Sonnenlichte. Keine Plasmolyse mit $^3/_{10}$ Mol, wohl aber mit $^5/_{10}$ Mol KNO_3. Nach 24stündiger Verdunklung Annäherung an Flächenstellung. Plasmolyse mit $^3/_{10}$ Mol möglich.

Ist durch diese Versuche wohl ein Zusammenhang zwischen Turgorhöhe und Chloroplastenstellung bei Lichtabschluß wahrscheinlich gemacht, so fehlen einstweilen Versuche über die Turgorschwankung bei Verletzungen, O-Mangel und im Zustande der Seneszenz, in welchen Fällen Frank stets den Eintritt der Apostrophe beobachtete, noch gänzlich.

Zur Mechanik der Chloroplastenbewegung.

Die Erkenntnis der Bedingungen der Chloroplastenbewegung läßt weder einen direkten Schluß auf die Mechanik der Bewegung zu, noch läßt sie erkennen, welchen Anteil Chloroplasten und Protoplasma an der Bewegung nehmen. Gerade über diesen Punkt besteht seit langem eine Kontroverse.

Die von Sachs vertretene Anschauung, daß die Bewegung der Chloroplasten rein passiv durch die Bewegungstätigkeit des Protoplasmas, welche durch einen Lichtwechsel ausgelöst würde, vor sich gehe, suchte Frank eingehender zu begründen. Er stützte sich vor allem auf die Analogie mit den Chloroplasten von *Elodea*, *Vallisneria* und *Sagittaria*. Hier erkennt man bei Beginn der Bewegung, den Frank außerordentlich anschaulich und zutreffend beschreibt, einen unverkennbaren Zusammenhang zwischen Chloroplasten- und Plasmabewegung. »Es ist überaus deutlich, daß diesen Anhäufungen von Chlorophyllkörnern eine

[1] Daß der Eintritt der negativen Apostrophe und die Rückkehr in Flächenstellung oft nur Stunden, bisweilen Tage erfordert, dürfte, wie oben erwähnt, mit der Quantität der Assimilate zusammenhängen.

Häufung schleimigen Protoplasmas an diesen Stellen entspricht: es ziehen sich unverkennbar Teile des bis dahin gleichmäßig verbreiteten Protoplasmas zu dünneren oder dickeren Ballen oder zu Strängen zusammen und die eingebetteten Chlorophyllkörner werden dabei passiv mit von ihrer Stelle gerückt« (l. c., p. 298). Zudem zeigen unter Umständen »vergeilte« Chlorophyllkörner sowie Stärkekörner dieselben Ortsveränderungen wie normale Chloroplasten.

Gegen diese Beweisführung wandte sich Velten in seiner bekannten Abhandlung »Aktiv oder passiv?« und machte vor allem geltend, das trotz der übereinstimmenden Bewegungsrichtung von Chloroplasten und Plasma der Schluß nicht berechtigt sei, »daß das Chlorophyllkorn nicht imstande ist, selbst Kräfte in Freiheit zu setzen, die seine eigene Substanz in Bewegung bringen« (l. c., p. 80). Velten glaubte, wenigstens für die Chlorophyllkörner von Charenzellen ein selbständiges Bewegungsvermögen nachweisen zu können, indem ihm ihre wechselnde Rotationsrichtung und -geschwindigkeit unabhängig vom Plasmastrome schien. Daß auch diesen Befunden keine Beweiskraft zukomme, wurde bereits von Pfeffer betont. Gegen Frank läßt sich jedoch noch ein anderer schwerwiegender Einwand vorbringen. Die Bewegungen der Chloroplasten unterscheiden sich bei manchen Pflanzen ganz wesentlich voneinander. Frank selbst äußert sich diesbezüglich (l. c., p. 298): »In geraden Bahnen, direkt dem Ziele zu und immer unter der Zellwand hin rutschen die Chlorophyllkörner bei den Moosen, Lebermoosen, Farnprothallien und wahrscheinlich auch bei den Crassulaceen. Sehr verschieden hiervon und weit komplizierter sind die Vorgänge bei *Elodea*, *Vallisneria* und *Sagittaria*, bei denen, wie oben gezeigt wurde, die Chlorophyllkörner zunächst eine Zeitlang in besonders sich bildenden, Ort, Form und Richtung ändernden Plasmaströmen in der Zelle ziellos umgeführt werden.« Bei derartigen äußerlichen Verschiedenheiten kann eine am zweiten Typus gemachte Beobachtung nicht ohneweiters verallgemeinert werden. Plasmabewegungen wurden jedoch ausschließlich bei diesem Typus beobachtet und vorausgesetzt, daß sie beim ersten Typus wegen der »Homogeneität des

Plasmas« nur nicht erkennbar wären. Stahl vertritt gleichfalls den Frank'schen Standpunkt[1] und bemerkt ausdrücklich (l. c., p. 351): »Ich glaube, daß die in diesem Abschnitt mitgeteilten Tatsachen zur Bekräftigung dieser Annahme beitragen werden. Das Verhalten der einzelnen Chlorophyllkörner bei verändertem Lichteinfall ist .... mit der Annahme einer selbständigen Bewegung derselben nicht vereinbar.« Es scheint ihm jedoch nicht unwahrscheinlich, daß die Chloroplasten sich nicht rein passiv bewegen, sondern, wie ihre Gestaltsveränderungen während der Bewegung wahrscheinlich machen, eine gewisse Aktivität besitzen.

Auch Moore und Oltmanns haben in neuerer Zeit den Frank'schen Standpunkt akzeptiert.

Beide halten das Protoplasma selbst für phototaktisch. Moore nimmt zur Erklärung einen Stimmungswechsel zu Hilfe, indem er dem Plasma gegenüber schwachem Lichte positive, gegenüber intensivem Lichte und Dunkelheit (!) hingegen negative Phototaxis zuerkennt. Wie sich Oltmanns die Chloroplastenorientierung denkt, ist schwer vorstellbar. Auch er anerkennt auf Grund der Befunde früherer Autoren, daß es sich bei dem Orientierungsprozeß um eine Reaktion des ganzen Plasmaleibes handelt, analog der freien Ortsbewegung der Plasmodien und Schwärmsporen, weshalb er den Plasmakörper als phototaktisch bezeichnet. Durch die starre Zellwand an der freien Ortsbewegung gehindert, käme er freilich nicht in die Lage, die entsprechende optimale Helligkeit durch Lokomotion aufzusuchen. Der Besitz bilateraler Chloroplasten im Zusammenhang mit der gehinderten Ortsveränderung bedinge nun den wesentlichen Unterschied gegenüber der bei Schwärmsporen etc. zu beobachtenden Orthophototaxie. Vermöge ihrer Bilateralität »sind die Chloroplasten in der Lage, das Licht je nach seiner Intensität von der Fläche, von der Kante oder unter einem beliebigen Winkel zwischen 0 und 90° auf sich wirken zu lassen. Diese Fähigkeit mag als Plagiophototaxie bezeichnet werden« (l. c., p. 212). Nach dem Wortlaut dieser

[1] Nach Pfeffer soll hingegen Stahl wie Verfasser eine Aktivität der Chloroplasten annehmen (l. c., II. Bd., 785).

Fassung scheint also doch den Chloroplasten selbst eine spezifische Phototaxis zuzukommen. Oder sollte nach Oltmanns' Vorstellung das Plasma durch den Besitz bilateraler Chloroplasten zu einem plagiophototaktischen Organismus werden?

Einen abweichenden Standpunkt nimmt in dieser Frage Pfeffer ein. Ohne die Velten'sche Anschauung von einer Eigenbewegung der Chloroplasten als bewiesen zu betrachten, bezeichnet er die in Rede stehenden Chlorophyllkörner als phototaktisch und bemerkt: »In welcher Weise die Bewegung und Orientierung auch zustande kommen mag, jedenfalls sind wir nach unserer Begriffsbestimmung berechtigt, von Phototaxis zu reden.« Pfeffer faßt bekanntlich als Taxieen alle Orientierungsreaktionen frei beweglicher Organismen (l. c., p. 547) oder, mit anderen Worten, alle tropistischen Reaktionen, welche »mittels der zur Verfügung stehenden freien Ortsbewegung ausgeführt werden« (l. c., p. 753), zusammen. Wenn Pfeffer daher von einer Phototaxis der Chloroplasten spricht, so anerkennt auch er eine gewisse Aktivität derselben, die auf jeden Fall vorhanden wäre, sei es, »daß das photisch empfindliche Chlorophyllkorn eine motorische Tätigkeit des Cytoplasmas nutzbar macht« oder daß »die Lokomotion durch Herstellung einer anomogenen Oberflächenspannung von Seite des Chloroplasten bewirkt wird« (l. c., p. 784).

Eine rein passive Bewegung der Chloroplasten sei aber schon aus dem Grunde ausgeschlossen, weil »dann auch der Zellkern mitgeschleppt werden müßte, der aber häufig die Wanderung der Chlorophyllkörner nicht mitmacht, und daß sich an der Sammelstelle der Chloroplasten gewöhnlich keine auffällige Plasmaansammlung findet, die sich bei einer rein passiven Mitschleppung einstellen müßte« (l. c., II. Bd., p. 784). Sollte aber doch die von Pfeffer abgewiesene Möglichkeit realisiert sein, daß dem Chloroplasten selbst gar keine photische Reaktion zukommt, d. h. daß er weder eine Lichtempfindlichkeit aufweist, noch bei der Orientierungsbewegung eine aktive Rolle spielt, so könnte wohl auch unter Akzeptierung der Pfefferschen sehr weiten Definition des Begriffes von einer Phototaxis der Chloroplasten keine Rede sein.

Wie dem auch sei, heute scheint die einfache Formulierung der Frage »Aktiv oder passiv?«, wie sie seit Velten immer wieder aufgeworfen wird, überhaupt nicht mehr hinreichend präzise. Die Aktivität der Chloroplasten kann in einem selbständigen Bewegungsvermögen bestehen oder auf eine photische oder andere Sensibilität beschränkt sein, wobei die motorische Energie des Plasmas zur Umlagerung in Anspruch genommen wird (vgl. oben Pfeffer). Es handelt sich demnach um die Beantwortung einer doppelten Frage: Wo erfolgt die Perzeption des Lichtes, beziehungsweise der Lichtrichtung und welchen Anteil haben Chloroplasten und Plasma an der Bewegung selbst? Senn hat denn auch beide Fragen getrennt untersucht und zu beantworten gesucht.

Er nimmt zur Erklärung seiner Beobachtungsergebnisse an, daß die Chloroplasten von *Funaria* — auf welche er zunächst seine Versuche beschränkte — im Lichte phototaktisch, im Dunkeln chemotaktisch reagieren sowie daß sie auch durch amöboide Fortsätze selbständige lokomotorische Bewegungen innerhalb der Zelle ausführen können. Es sei in diesem Zusammenhange auch erwähnt, daß Haberlandt (I) für die Chloroplasten von *Selaginella Martensii* ein Perzeptionsvermögen annimmt, das in einer eigentümlich strukturierten, einem Stäbchenepithel vergleichbaren Hautschichte des Chloroplasten seinen Sitz hat.

Unsere bisher mitgeteilten Versuche ließen sich schon von vornherein mit der Senn'schen Annahme einer Aktivität der Chloroplasten nur sehr gezwungen in Einklang bringen. Es war vor allem die Beziehung zwischen Chloroplastenbewegung und Zellturgor wenig verständlich, dessen Bedeutung aus unseren und aus den auf ganz anderem Wege von Küster (I, II) gewonnenen Resultaten erhellte.

Ehe wir — ohne auf eine Kritik der Senn'schen Versuche eingehen zu wollen — unsere Vorstellungen über diesen Punkt entwickeln, dürfte es zweckmäßig sein, zunächst einige Beobachtungen über den Bau und die Lagerungsverhältnisse der Chloroplasten sowie über das Verhalten des Protoplasmas bei der Bewegung vorauszuschicken.

Die Chloroplasten von Funaria und Lemna.

Die Chloroplasten von *Funaria*, welche dank ihrer Größe ein beliebtes Untersuchungsmaterial abgeben, sind durch eine erstaunliche Formenmannigfaltigkeit ausgezeichnet. In den annähernd isodiametrischen polygonalen Zellen, welche den akroskopen Teil des bis auf die Gegend des Medianus einschichtigen Blattes bilden, liegen bekanntlich in der Flächenstellung so dicht aneinander, daß sie sich gegenseitg abflachen und polygonalen Umriß annehmen. In den großen, in der Richtung des Medianus gestreckten Zellen der Blattbasis liegen sie hingegen lockerer und haben dann, von der Fläche betrachtet, kreisförmigen Umriß. Bisweilen — und dies scheint namentlich für ältere Blätter zu gelten — erscheinen sie hier aber ungemein lang spindelförmig gestreckt. Sogenannte direkte Teilungsstadien sind stets reichlich aufzufinden.

Erfolgt eine Lageänderung der Chloroplasten, so stellen sich, wie schon mehrfach beobachtet wurde, Formveränderungen an ihnen ein, die man als amöboide bezeichnen kann. Einige in kurzen Intervallen mit dem Zeichenapparate aufgenommene Skizzen veranschaulichen die Größe derartiger Gestaltsänderungen. Amöboide Fortsätze hingegen, wie sie Senn deutlich und ohne Tinktion bei *Funaria* gesehen hat, konnten wir in keinem Falle beobachten. Man bemerkt allerdings — bisweilen sogar recht häufig — anscheinend kurze farblose Fortsätze, welche bei flüchtiger Beobachtung den Chloroplasten anzugehören scheinen, zumal diese an solchen Stellen in kurze Spitzchen vorgezogen zu sein pflegen. Wie aber unten genauer auseinanderzusetzen ist (vgl. p. 168 ff.), handelt es sich nach unserem Dafürhalten hierbei nicht um Bestandteile der Chloroplasten, sondern ganz zweifellos um zarte Plasmastränge, welche stellenweise an die Chlorophyllkörner ansetzen, wobei diese schwach gegen die Ansatzstelle des Fadens vorgezogen erscheinen.

Nebenbei sei hier in Kürze noch einer interessanten Beobachtung gedacht, die bei der Bildung autochthoner Stärke gemacht wurde. Untersucht man nämlich Blättchen, welche eine Zeitlang assimilieren konnten, in Jodtinktur, so erkennt

man, daß nicht immer das ganze Stroma der Chloroplasten gleichmäßig braun tingiert erscheint; in den Chlorophyllkörnern werden vielmehr eine bis mehrere gelblich erscheinende Vakuolen ähnliche Gebilde sichtbar, innerhalb derer deutlich erkennbar je ein spindelförmiges Stärkekörnchen ausgebildet ist. Daß diese Gebilde nicht Kunstprodukte darstellen, erhellt daraus, daß man sie gelegentlich, wenn auch nur andeutungsweise ohne vorherige Fixierung wahrnehmen kann. Wir konnten sie auch nicht immer auffinden, doch traten sie in anderen Fällen mit überraschender Deutlichkeit und Schärfe hervor. Diese Beobachtungen, welche schon mit Rücksicht auf die neuen Untersuchungen von Pristley und Irving über den Bau der Chromatophoren einiges Interesse verdienen dürften, konnten wir als nicht zum Thema gehörig einstweilen nicht weiter verfolgen.

Die Chloroplasten von *Lemna trisulca* [1] sind im Gegensatz zu denen von *Funaria* viel einförmiger gestaltet und lassen auch bei ihren Orientierungsbewegungen in der Zelle Formveränderungen mehr oder minder gänzlich vermissen. Sie haben im allgemeinen die Gestalt einer bikonvexen Linse, erscheinen, von der Fläche gesehen, kreisrund und weisen einen Durchmesser von 0·006 bis 0·009 *mm* auf.

Während diese Chloroplasten, soweit sie sich in unverletzten Zellen befinden, keinerlei Besonderheit aufweisen, erfahren die aus angeschnittenen Zellen ins Wasser übertretenden Chlorophyllkörner sehr häufig, wenn auch nicht unter allen Umständen eine überaus auffällige Veränderung. Sie schwellen nämlich zu einer großen blasenartigen, von einer zarten Membran umgrenzten Kugel an, der meist seitlich das grün tingierte Stroma des Chloroplasten anliegt. Es macht den Eindruck, als hätte sich in seinem Innern eine mächtige Vakuole gebildet, welche den eigentlichen Chloroplasten völlig zur Seite drängt (Fig. 1 bis 3). Ist dieser Typus der Vakuolenbildung der bei weitem häufigste, so ist im einzelnen doch das Bild, das derartige Vakuolen bieten, ein wechselndes. Nicht

[1] Die Beobachtungen über diesen Gegenstand wurden von Herrn Dr. V. Vouk durchgeführt.

selten entstehen Doppelvakuolen (Fig. 4 und 5), gelegentlich wurde selbst die Bildung von drei Vakuolen beobachtet. Die Vakuolenbildung in derartigen Chloroplasten kann manchmal so weit gehen, daß an der entstandenen Blase nur mehr Reste der plasmatischen Grundsubstanz des Chlorophyllkorns übrig bleiben (Fig. 6 und 7). Sind in den Chloroplasten Stärkeeinschlüsse vorhanden — sie erreichen mitunter die ansehnliche Größe von 0·008 *mm* — so wird beim Vakuolisieren gewöhnlich fast das gesamte Stroma desorganisiert und die

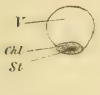


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

V = Vakuole, *Chl* = Chloroplast, *St* = Stärkeeinschluß (nach V. Vouk).

Vakuole scheint dann nur dem Stärkekorn und den eventuell noch vorhandenen Plasmaresten anzuhaften (Fig. 3 und 8).

Stets sind die Vakuolen vollständig kugelig; ihre Größe ist verschieden, erreicht aber in manchen Fällen einen Durchmesser von mehr als 0·015 *mm*. Nach Einwirkung von Säuren und starken Alkalien zerplatzt die Vakuole. Auf Zusatz von Alkohol wird ihre Membran, ein überaus zartes farbloses Häutchen, das bei schwächerer Vergrößerung kaum sichtbar ist, etwas schärfer wahrnehmbar. Jodtinktur bedingt eine schwache Gelbfärbung. Nach Einwirkung von Osmiumsäure verliert sie ihre Spannung und kollabiert.

Es schien uns erforderlich, diese eigentümliche Vakuolenbildung etwas näher zu untersuchen, da ein Zusammenhang mit der Chloroplastenbewegung nicht unmöglich schien. Es

war zunächst fraglich, ob die Vakuolenmembran eine im Kontakt mit Wasser auftretende Niederschlagsmembran oder einen normalen Bestandteil des *Lemna*-Chloroplasten darstellt. Das normale Vorhandensein von Chloroplastenmembranen wurde ja schon öfters behauptet und bei *Selaginella Martensii*, also gerade bei einer Pflanze, deren Chloroplasten Orientierungsbewegungen ausführen, von Haberlandt (l) mit Sicherheit nachgewiesen.[1] Das Auftreten der Vakuole bei der Übertragung in Wasser könnte entweder auf einer einfachen Imbibitions- und Quellungserscheinung beruhen; es könnte aber auch die Folge eines im Chloroplasten herrschenden osmotischen Druckes sein, der bei ihrem Übertritt ins Wasser, also in eine hypotonische Lösung eine Spannung der Chloroplastenmembran bedingt. Ein derartiger vom osmotischen Druck des Zellsaftes direkt unabhängiger Druck in den Chlorophyllkörnern könnte möglicherweise die zur Umlagerung erforderliche motorische Energie liefern.

Überträgt man Schnitte von *Lemna trisulca* in eine Zucker- oder Kalisalpeterlösung oder in irgendeine Salzlösung von einigermaßen höherem osmotischen Druck, so unterbleibt die Vakuolenbildung in den Chloroplasten. Selbst in einer $^3/_{100}$ bis $^1/_{100}$ Mol-Lösung von KNO_3 ist sie noch nicht zu beobachten. Ein osmotischer Druck in den Chloroplasten entspräche also im Mittel zirka $^1/_2$ Atmosphäre.

Wenn ein solcher allerdings nicht sehr bedeutender osmotischer Druck eine Rolle bei der Chloroplastenbewegung im Lichte spielen würde, so müßte seine Größe und mithin auch die Bildung der Vakuole im Wasser durch das Licht in irgendeiner Weise beeinflußbar sein, etwa in der Weise, daß nach stärkerer oder länger andauernder Beleuchtung und demnach intensiverer Assimilation ein etwaiger osmotischer Druck zunähme, was sich schon im Auftreten und in der Größe der Vakuolen beim Übertritt in Wasser zeigen müßte. Diese Möglichkeit schien zunächst um so näher zu liegen, als die zu verschiedenen Zeiten entnommenen *Lemna*-Proben sich keines-

[1] Hier handelt es sich allerdings nach Haberlandt nur um ein einseitiges Auftreten einer Hautschichte.

wegs gleichartig verhielten, vielmehr bald mächtige Vakuolen ausbildeten, bald die Vakuolenbildung mehr oder minder vermissen ließen. Jedes Bemühen jedoch, auf experimentellem Wege einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Vakuolenbildung und Beleuchtung aufzufinden, blieb völlig resultatlos. Bald wiesen verdunkelte, bald belichtete *Lemna*-Pflänzchen mehr und größere Vakuolen auf.

Damit schien es sicher erwiesen, daß die Vakuolenbildung, beziehungsweise ein osmotischer Druck innerhalb der Chloroplasten für deren Umlagerung nicht verantwortlich gemacht werden kann.

Die Vakuolenbildung ist offenbar als reine Degenerationserscheinung aufzufassen. Sie stellt eine extreme Form des sogenannten »Vakuoligwerdens der Chloroplasten« (Meyer) dar, wie es von Bredow, Haberlandt (II)[1] und Küster (III) näher untersucht wurde. Immerhin dürfte die Form der Vakuolisation, wie sie bei *Lemna trisulca* vorliegt und von Herrn Vouk, welcher diese Beobachtungen zu unserer Arbeit beisteuerte, später auch an *Lemna minor* aufgefunden wurde, eine nicht sehr häufige Erscheinung darstellen, da sie bisher nur durch Haberlandt hauptsächlich für *Allium cepa* und durch Küster für *Funaria hygrometrica* bekannt geworden ist. Vouk selbst, der anläßlich einer anderen Untersuchung Gelegenheit hatte, die Chloroplasten einer großen Zahl immergrüner Pflanzen zu untersuchen, begegnete niemals wieder derselben Erscheinung.

Lagerung und Verschiebung der Chloroplasten.

Zum Studium der Chloroplastenbewegungen bietet *Funaria* das geeignetste Objekt einerseits wegen der Einschichtigkeit des Gewebes und der relativen Größe der Zellen und Chlorophyllkörner, andrerseits wegen der entsprechend langen Dauer

[1] Haberlandt hatte unverkennbar dieselbe Erscheinung vor sich, wie sie bei *Lemna* zu beobachten ist, wenn er sagt: »... bald ist bloß eine einzige Vakuole bemerkbar, die, an Umfang rasch zunehmend, das Chlorophyllkorn zu einer durchsichtigen Blase umgestaltet, welcher seitlich eine dunkelgrüne Plasmakappe aufsitzt«.

der Umlagerung, welche in kurzen Intervallen eine Fixierung der momentanen Lage durch Zeichnung gestattet. Während bei *Lemna trisulca* unter günstigen Bedingungen schon nach 15 bis 20 Minuten die volle Profilstellung erreicht sein kann, benötigt *Funaria* zu demselben Ende zirka 1 Stunde. Immerhin lassen sich doch auch in diesem Falle innerhalb 5 bis 10 Minuten deutliche Lageänderungen wahrnehmen, ja die gegenseitige Lage der Chloroplasten verändert sich bisweilen so schnell, daß oft schon während des Skizzierens das Bild eine Verschiebung aufweist.

Die ganz eigenartige Bewegung läßt sich am besten aus den beifolgenden Skizzen entnehmen, in welchen die gegenseitige Stellung der Chloroplasten in kurzen Intervallen mit dem Zeichenapparate möglichst genau festgehalten wurde. Fig. I *a* gibt die Lage der Chloroplasten auf der Oberseite einer Zelle [1] wieder, welche im diffusen Lichte die charakteristische Flächenstellung angenommen hat. Die Serie II *a* bis VI *a* zeigt die allmähliche Chloroplastenverschiebung auf der Ober- und Unterseite der Zelle nach erfolgter Insolation bis zur annähernden Erreichung der Profilstellung.

Man erkennt zunächst, daß schon nach den ersten 5 Minuten eine Lockerung der ursprünglich dicht gefügten Chloroplasten Platz gegriffen hat. Wie die folgenden Figuren zeigen, rücken nun die Chlorophyllkörner von der Mitte der Zelle aus nach den verschiedenen Seiten, um im allgemeinen auf die nächstliegenden Profilwände hinüberzugleiten. Es muß bemerkt werden, daß die Umrisse der Chloroplasten keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben können, da ein verhältnismäßig schnelles Zeichnen erforderlich war; immerhin wurde möglichste Genauigkeit angestrebt, so daß ihr Gestaltswechsel während der Bewegung annähernd der Wirklichkeit entspricht.

Eine andere Versuchsserie sollte zeigen, ob die einzelnen Chloroplasten im Falle der Epi-, beziehungsweise Apostrophe stets an dieselbe Stelle in der Zelle gebunden sind. Zum Versuch wurden Blättchen gewählt, welche Dunkelprofilstellung

[1] Die Chloroplasten, welche der unteren Zellwand anlagen, verhielten sich in analoger Weise.

aufwiesen, und in helles diffuses Licht übertragen. Der Verlauf der Umlagerung in einer Zelle, welche sich durch den Besitz von möglichst wenigen Chloroplasten auszeichnete, ist in den Fig. I *b* bis IV *b* dargestellt; sie entstammt der basalen Blatthälfte. Nachdem in zirka 50 Minuten die Flächenstellung annähernd erreicht war, wurde das Objekt direktem Sonnenlicht ausgesetzt. Schon nach 22 Minuten waren die Chloroplasten annähernd in die Lichtprofilstellung übergegangen. Ein Vergleich der Fig. IV *b* mit I *b* ergibt, daß sie zwar im allgemeinen an dieselben Wände zurückgekehrt sind, welche sie bei der anfänglichen Profilstellung innehatten. Im einzelnen ist aber ihre Lage keineswegs in allen Fällen dieselbe geblieben. Während 3 kaum von der Stelle gerückt ist, haben die übrigen bereits die Profilwände erreicht. Aber nur 1, 4, 8 und 10 haben ihre ursprüngliche Stellung wiedergefunden, während die übrigen ganz unverkennbar ihre Stellung gewechselt haben.

Von besonderem Interesse gestaltete sich auch die Serie I *c* bis IV *c*. In I *c* haben sich die Chloroplasten unter dem Einfluß schräg einfallenden diffusen Lichtes vorwiegend in der rechten Zellhälfte angehäuft. (Die schattierten Chloroplasten waren in einem etwas tieferen Horizont gelegen und erschienen daher weniger deutlich.) Ein Vergleich der Bilder ergibt:

1. Die einzelnen Chloroplasten bewegen sich mit verschiedener Geschwindigkeit. So hat z. B. 4 trotz des erheblich längeren Weges die Profilwand wesentlich schneller erreicht als 10. Einzelne Chloroplasten können sogar ganz zurückbleiben (vgl. 3).

2. Wenn die Chloroplasten die Profilwand gewonnen haben, bleiben sie noch nicht definitiv an derselben Stelle liegen, sondern können noch längs dieser Wand eine Verschiebung erfahren, bis eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Chlorophyllkörner erzielt ist (vgl. 1, 6, 7).

Aus diesen Beobachtungen gewinnt man den Eindruck, als würden sich die Chlorophyllkörner tatsächlich vollkommen selbständig bewegen können. Jedenfalls sind sie in ihren Bewegungen in hohem Maße voneinander unabhängig und es trifft keineswegs die Wirklichkeit, wenn gelegentlich behauptet wurde, die Chloroplasten bewegten sich wie eine einheitliche Platte.

Aus der Verfolgung dieser Bewegungen geht auch hervor, daß die Umlagerungen der Körner jedenfalls nicht durch Massenbewegungen des gesamten Plasmas bedingt werden können, wie sie etwa bei der Plasmarotation auftritt, da sich in diesem Falle weder das allseitige Auseinanderweichen und Wiederzurückgleiten der Chloroplasten beim Wechsel von direktem und diffusem Lichte noch die verhältnismäßige Unabhängigkeit und Selbständigkeit in ihrer Bewegungsrichtung und Bewegungsgeschwindigkeit erklären ließe.

Die Chloroplastenumlagerung bei *Lemna trisulca* geht im wesentlichen in ganz analoger Weise vor sich, so daß darauf nicht weiter einzugehen ist.

Das Protoplasma von Funaria und Lemna.

Das Cytoplasma in den Zellen eines *Funaria*-Blättchens, dessen Chloroplasten die typische Flächen- oder Profilstellung eingenommen haben, erscheint bei der Untersuchung in Wasser zunächst völlig homogen, hyalin und strukturlos. Der gleichfalls hyaline Zellkern entzieht sich zumeist infolge seines Lichtbrechungsvermögens einerseits, durch die Deckung von randständigen Chloroplasten andrerseits vielfach der direkten Beobachtung. In solchen Fällen genügt aber oft schon eine stärkere Abblendung oder jedenfalls der Zusatz von Jodtinktur, um ihn deutlich sichtbar zu machen. Man erkennt dann, daß er in der Regel einer der zur Blattfläche senkrecht stehenden Längswände angeschmiegt ist und sich meist nur schwach gegen das Innere der Zelle vorwölbt. In vereinzelten Fällen wurde er jedoch auch der unteren Zellwand anliegend gefunden. In den längsgestreckten Zellen der basalen Blatthälften besitzt er nicht selten die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, von dessen nach innen gekehrtem Scheitel regelmäßig ein kräftiger Plasmastrang gerade oder in schwachem Bogen quer durch die Zelle zur gegenüberliegenden Wand verläuft. Während der Umlagerung der Chloroplasten bleibt die Lage des Zellkerns nahezu unverändert. Sein Verhalten tritt dann deutlich hervor, wenn es glückt, ihn von der Fläche einer Außenwand anliegend beobachten zu können. Man erkennt dann unter später

genauer zu erörternden Umständen zahlreiche Plasmafäden, von ihm ausgehend, nach allen Seiten hin verlaufen und beobachtet an ihm schwache amöboide Gestaltsveränderungen im Laufe der Chloroplastenverschiebung; doch zeigt sich auch in solchen Fällen, daß er seine Stellung in der Zelle wenigstens durch Stunden hindurch — die Beobachtungen erstreckten sich auf 3 bis 4 Stunden — kaum verändert (Fig. *A* bis *D*). Diese relative Unbeweglichkeit des Zellkerns betrachtet auch Pfeffer als Argument gegen die Annahme einer rein passiven Bewegung der Chloroplasten durch Verschiebungen des Plasmas, da vom bewegten Plasma nicht allein die Chloroplasten sondern auch — wie es von *Elodea* und ähnlichen Fällen her bekannt ist — die Zellkerne durch das strömende Plasma mitgerissen werden. Bei genauer Untersuchung des Cytoplasmas und der Chloroplasten erkennt man ab und zu von einzelnen Chlorophyllkörnern ausgehende protoplasmatische Fortsätze, die gelegentlich benachbarte Chloroplasten miteinander verbinden, bald frei endigen. In den langgestreckten Zellen der Blattbasis lassen sich mitunter reichliche, aber stets außerordentlich zarte Plasmafäden erkennen, welche, anscheinend von einer Querwand, offenbar aber von der ihr anliegenden Hautschichte ausgehend und vielfach miteinander anastomosierend, die Zellen der ganzen Länge nach durchsetzen und Zweige zu den Chloroplasten und zum Zellkern abgeben. Nach Jodbehandlung erscheinen sie überaus scharf und distinkt, doch insofern verändert, als die in vivo mehr oder minder strukturlos erscheinenden Stränge offenbar infolge der mit der Fixierung verbundenen Fällung ein granuliertes Aussehen erlangen. Nachdem wir auf diese eigentümlichen Plasmastränge aufmerksam geworden waren, suchten wir die Bedingungen ihres Auftretens und ihr Verhalten in vivo genauer zu untersuchen.

Wie bereits bemerkt sind sie bei typischer Flächenstellung der Chloroplasten wenigstens in den Zellen der oberen Blatthälfte in der Regel nicht oder höchstens andeutungsweise vorhanden. Untersucht man jedoch ein in Wasser liegendes Blättchen, welches einer im Dunkeln oder in sehr schwachem Lichte kultivierten Pflanze entstammt, in hellem diffusen Tages-

licht, so sieht man bald lebhafte Veränderungen im Plasma vor sich gehen.

In günstigen Fällen sieht man namentlich in den großen Zellen der basalen Blatthälfte in manchen Zellen schon nach 5 bis 10 Minuten ein plasmatisches, ungemein zartes Netzwerk an den Außenwänden der Zellen auftreten, das in kontinuierlicher Bewegung begriffen ist. Äußerst zarte Stränge anastomosieren zu rechteckigen oder polygonalen Maschen, so daß das Plasma bisweilen wie vakuolisiert aussieht, verschmelzen streckenweise miteinander, werden neu ausgestreckt und verschwinden wieder. Diese zarten Fasern und Maschen, deren Bildung meist nicht auf der ganzen Außenwand und keineswegs in allen Zellen gleichzeitig einsetzt, liegen teils zwischen den Chloroplasten, teils scheinen sie diese miteinander zu verbinden. Es handelt sich dabei nicht um Plasmazüge, welche das Lumen der Zellen durchsetzen, die Fädchen liegen vielmehr zweifellos im wandständigen Plasma selbst, da man unzweifelhaft erkennt, daß sie über die an der Außenwand liegenden Chloroplasten hinziehen. Das Plasma ist in diesen fadenförmigen Strängen in einer, wenngleich äußerst langsamen Bewegung begriffen, denn man bemerkt gelegentlich in ihnen kugelige, stark lichtbrechende Gebilde, die bald gleichzeitig in derselben Richtung fortgleiten, bald aber auch den gegenseitigen Abstand verändern, auch miteinander verschmelzen können. Es scheint, daß diese zarten, sich vom übrigen Plasma kaum abhebenden Stränge schließlich in kräftigere, distinkte Plasmazüge übergehen, die zum Teil gleichfalls im wandständigen Plasma verlaufen, zum Teil aber auch die Zellen nach verschiedenen Richtungen hin durchsetzen, wie es oben bereits geschildert wurde, wobei sie sich in ihrem Verlauf an Chloroplasten oder den Zellkern direkt oder durch Seitenzweige anlegen. Auch sie behalten nicht dauernd ihre Richtung und Gestalt bei, sondern zeigen ein Verschwinden und Neuauftreten, Bildung und Auflösung von Anastomosen; sie können sich gelegentlich auch wieder vorübergehend in ein zartes Plasmanetz umwandeln oder zu breiteren Plasmazügen verschmelzen. In günstigen Fällen erkennt man unzweifelhaft, daß jedes Chlorophyllkorn in solchen Zellen mit dem Hauptstrang oder dessen Verästelung

in vorübergehendem Kontakt steht, so daß oft eine Kette von Chloroplasten wie an einem Plasmafaden aufgefädelt erscheint.

Jetzt läßt es sich auch mit unzweifelhafter Sicherheit beobachten, daß die Chloroplasten sich längs der sie verbindenden Plasmastränge — oder vermutlich richtiger — in ihnen langsam gleitend bewegen. Man findet bisweilen auch einzelne Körnchen, die, zwischen derartigen Fäden liegend, an der allgemeinen Chloroplastenbewegung nicht teilnehmen, bis auch sie den Anschluß an einen neu gebildeten Faden finden, worauf auch ihre Umlagerung in Gang kommt.

Wenn im Sonnenlicht oder im Dunkeln die typische Profilstellung aufgetreten ist, dann bemerkt man oft nur wenig oder überhaupt nichts mehr von den früher so distinkten Plasmafäden.

Eine Reihe von Figuren, welche möglichst genau mit der Kamera gezeichnet wurden, werden am besten die wechselnde Gestalt der Stränge und die gleichzeitig erfolgende Chloroplastenverlagerung veranschaulichen; doch muß ich bemerken, daß eine absolute Genauigkeit der Wiedergabe nicht zu erreichen ist, da sich die Strukturen und Lagerungsverhältnisse schon während des Skizzierens verändern.

Zu den Figuren sei nur folgendes bemerkt:

Serie *A* bis *D*. Zelle aus dem basalen Blatteil, in der ausnahmsweise der Zellkern von der Fläche sichtbar ist. Das zugehörige Blatt wurde aus schwach diffusem Lichte (Epistrophe) in direktes Sonnenlicht übertragen und in Intervallen gezeichnet. Die Umlagerung dauerte verhältnismäßig lange. Auffällig ist ein kräftiger Plasmastrang, welcher die Chloroplasten 1 bis 7 berührt; er hat zunächst die Gestalt eines nach unten offenen Ovals, dessen Querdurchmesser sich allmählich verbreitert; die Chloroplasten werden an den Seitenwänden deponiert *(B, C)*, worauf er sich — nach erreichter Profilstellung der Chloroplasten — von unten nach oben hin aufzulösen beginnt. Einzelne Plasmastränge liegen frei, d. h. sie haben keinen Anschluß an Chloroplasten *(A, D)*. Nr. 9 ist gegenüber

den anderen Chloroplasten weit zurückgeblieben; in *D* findet er den Anschluß an einen neu differenzierten Faden.[1]

Serie *m* bis *t*. Chloroplasten aus einer mittleren Blattzelle. Das Blättchen wurde aus schwachem in starkes diffuses Licht übertragen. Zunächst ist nur ein wenig verzweigter Strang sichtbar, der einzelne Chloroplasten unter einander verbindet (die übrigen Chloroplasten wurden nicht alle gezeichnet). Mit einer weiter gehenden Differenzierung und Verästelung der Plasmastränge rücken immer mehr Chloroplasten in ihren Wirkungskreis (9 bis 13, insbesondere 10). Gelegentlich treten mächtige Plasmastränge auf (*u* zwischen 3 und 4; *p* bis *r* bei 5). Die zunächst wenig verzweigten Stränge lösen sich in ein reiches Maschennetz anastomosierender Fibrillen auf *(p, q, s)*. Die Verbindung 1—2—3—4 löst sich zwischen 2 und 3 auf *(o)* und gewinnt den Anschluß an 5; allmählich bildet sich zwischen 5 und 3 eine neue Plasmabrücke aus.

Es kann nach diesen Beobachtungen keinem Zweifel unterliegen, daß die Chloroplastenbewegung bei *Funaria* mit der Ausbildung und dem Verhalten der Plasmastränge in einem ursächlichen Zusammenhange steht, wenngleich zunächst ein weiterer Einblick in die Mechanik der Bewegung nicht gegeben ist.[2]

Es kommen zunächst zwei Möglichkeiten in Betracht: Es könnten die Chloroplasten in den strangförmigen Bahnen des

[1] Nach Senn (II) handelt es sich in den basalen Zellen um persistent gewordene Strukturen. Er sagt (l. c., p. 22): »Diese anfänglich nur vorübergehenden Stränge bleiben in alternden Zellen — besonders an der Blattbasis — erhalten und verbinden die einzelnen Chromatophoren untereinander.« Wie unsere Figuren zeigen, sind jedoch auch in diesem Falle die Plasmastränge einem fortwährenden Wechsel unterworfen.

[2] Diese Darstellung des Verhaltens von Plasma und Chloroplasten habe ich bereits am Kölner Naturforschertag gegeben (vergl. den Auszug in den »Verhandlungen«). Vor kurzem wurde derselbe Gegenstand von Fr. Knoll, welchem mein Vortrag nicht bekannt geworden war, gleichfalls studiert und in diesen Berichten veröffentlicht. Wie ich einem Bürstenabzug, den mir Herr Dr. Knoll zu senden die Freundlichkeit hatte, entnehme, stimmen unsere Befunde im allgemeinen gut überein. Eine Differenz besteht nur darin, daß er die Chloroplastenbewegung durch eine Kontraktion der Plasmafäden zu erklären sucht und diese daher für kinoplasmatische Strukturen im Lidforss'schen Sinne hält.

Plasmas durch die Bewegungstätigkeit des letzteren fortgeschwemmt werden; es könnten aber auch die Plasmafäden, welche sichtlich ihren Anschluß an den Zellkern finden, kinoplasmatische Strukturen darstellen, wie sie kürzlich Lidforss in so vielen Fällen nachgewiesen hat. Durch ihre Kontraktion, beziehungsweise Dilatation könnten sie die Stellungsänderungen der Chloroplasten bedingen in ähnlicher Weise, wie es Strasburger für die kinoplasmatischen »Zugfasern« annimmt. Daß man bei einer etwaigen Kontraktion keine Dickenzunahme der Stränge nachweisen kann, würde nichts dagegen beweisen, ließe sich vielmehr im Anschlusse an Strasburger dahin deuten, daß mit der Verkürzung der Stränge eine Stoffabnahme Hand in Hand gehe.

Daß aber in unserem Falle eine Verkürzung, beziehungsweise Verlängerung der Fasern als Aktionsmittel nicht oder doch nicht ausschließlich in Betracht kommt, scheint uns aus nachstehender Beobachtung hervorzugehen. Betrachten wir etwa das Verhalten der Chloroplasten 1 bis 3 in Fig. *A*. Nach Verlauf von 45 Minuten haben sich die in demselben Plasmastrange liegenden Chlorophyllkörner 1 und 2 einander genähert, während sich gleichzeitig der Abstand zwischen den Chloroplasten 2 und 3 vergrößerte.

Derartige Fälle, die man häufig beobachten kann, ließen sich nur durch die Annahme erklären, daß sich derselbe Strang in einem Teil verkürzt, in der anschließenden Partie hingegen verlängert; beachtet man überdies, daß dabei die Gesamtlänge des Fadens trotz der stattgefundenen Verschiebung unverändert bleibt, so ist es wohl naturgemäß anzunehmen, daß sich die Chloroplasten längs des Fadens verschoben haben. Ist nun zweifellos diese Verlagerung der Hauptsache nach als passiv aufzufassen, so folgt daraus noch nicht, daß die Chloroplasten selbst an der Bewegung völlig unbeteiligt wären. Ihre sich während der Verschiebung vielfach einstellenden, wenn auch ziemlich unbedeutenden Formänderungen, namentlich die oft zu beobachtende Tatsache, daß sie sich in der Richtung der Bewegung dort, wo die Plasmafäden ansetzen, zu einer kurzen Spitze auszustrecken pflegen, machen — wie schon Stahl betonte — die Annahme nicht unwahrscheinlich, daß

bei der Bewegung der Chloroplasten auch geringfügige amöboide Gestaltsänderungen,[1] welche vielleicht auf Änderungen der Oberflächenspannung zwischen Chloroplasten und Plasma zurückzuführen sind, eine gewisse Rolle spielen. Ein Argument hierfür könnte man in den bedeutenden Dimensionen der Chloroplasten gegenüber den zarten Plasmafäden erblicken, was nicht für ein einfaches passives Fortgeschwemmtwerden der Chlorophyllkörner spricht. Eine sichere Entscheidung dieser Frage ist derzeit kaum möglich. Doch ist von einer rein aktiven Bewegung der Chloroplasten keine Rede.

Die amöboiden Fortsätze der Chloroplasten, welche Senn deutlich gesehen haben will, sind wohl identisch mit den häufig auftretenden kurzen Plasmafäden, welche sich, wie bereits oben erwähnt, nicht selten an die Chloroplasten ansetzen und wieder verschwinden können.

Da das Auftreten und das weitere Verhalten der Plasmafäden bei der Bewegung der Chloroplasten im direkten und diffusen Lichte das gleiche Bild boten, ist in beiden Fällen das Plasma als das bewegungstätige Agens aufzufassen.

Der Fall von *Funaria* scheint uns deshalb besonderes Interesse zu verdienen, weil diese Pflanze in die Gruppe derjenigen Objekte zu stellen ist, bei welchen bisher Plasmabewegungen nicht beobachtet werden konnten. *Funaria* vermittelt gewissermaßen den Gegensatz zwischen den beiden von Frank aufgestellten Typen der Bewegung. Nachdem nunmehr an Vertretern beider Typen die Aktivität des Plasmas erwiesen ist, dürfte eine Verallgemeinerung dieses Befundes wohl möglich sein. In den Fällen, wo weder in vivo noch mit Hilfe von Tinktionen sich Plasmafäden nachweisen lassen, bleibt es natürlich zweifelhaft, ob sie nur wegen ihres Lichtbrechungsvermögens der Beobachtung unzugänglich sind oder ob — was uns wahrscheinlicher dünkt — eine Verlagerung größerer Plasmapartien ohne Bildung von strangförmigen

[1] Es ist natürlich sehr gut möglich, daß in anderen Fällen die Fähigkeit zu amöboider Gestaltung in einem Maße gesteigert ist, daß sie zu einem wichtigen Hilfsmittel bei der Bewegung wird; so sollen sich die Chloroplasten von *Melosira* deutlich amöboid verhalten (Schmitz).

Plasmafäden vor sich geht. Im übrigen gelten unsere Befunde natürlich nur für Objekte vom Typus *Lemna trisulca*, beziehungsweise *Funaria*.

Schlußbemerkungen und Zusammenfassung.

Im vorhergehenden wurde der Nachweis zu liefern versucht, daß die im Sonnenlichte auftretende Profilstellung der Chloroplasten auf einer mit gesteigerter Assimilation zunehmenden Turgorerhöhung beruhe, und auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen, daß auch die negative Apostrophe mit einer Turgorzunahme in Zusammenhang stehe. Diese Art der Chloroplastenbewegung kann naturgemäß in keiner Abhängigkeit von der Richtung des Lichtes stehen und ist daher von den tropistischen Bewegungen zu unterscheiden.

In welcher Weise man sich die Wirkung der Turgorsteigerung auf die Mechanik der Chloroplastenbewegung zu denken hat, ist derzeit kaum sicher zu entscheiden. Denken wir uns etwa ein einschichtiges flächenförmiges Organ, z. B. ein Prothallium, so müßte der Turgor zwar auf alle Zellwände mit derselben Intensität wirken, der Effekt wäre jedoch ein verschiedener. Während die freien Außenwände (oder die an Interzellularen grenzenden Membrananteile) einer Dehnung unterliegen, müssen sich die Drucke, welche von zwei entgegengesetzten Seiten her auf eine zwei Zellen trennende Wand (Fugenwand) ausgeübt werden, in ihrer Wirkung kompensieren, vorausgesetzt, daß der Turgor in benachbarten Zellen gleiche Höhe erreicht. Die Dehnung bestimmter Membranen könnte eine Dehnung der anliegenden Plasmateile zur Folge haben, wodurch ein teilweises Gleiten der Chloroplasten auf die nicht gespannten Partien, also auf die Fugenwände bedingt wäre. Eine experimentelle Stütze für diese Auffassung ließ sich jedoch nicht erbringen. Obwohl wir auf verschiedene Weise versuchten, die Dehnung der freien Außenwände durch einen Gegendruck zu paralysieren, erfolgte doch eine — wenn auch nicht immer ausgesprochene — Umlagerung der Chloroplasten aus der Flächenstellung in die positive Apostrophe.

Die Turgorzunahme oder ein mit ihr im Zusammenhange stehender Faktor könnte aber auch auf das Protoplasma eine

Reizwirkung ausüben, eine Möglichkeit, auf welche bereits Wiesner bei anderer Gelegenheit hinwies. Das Protoplasma könnte etwa bei zunehmendem osmotischen Drucke, der offenbar die Turgorerhöhung wesentlich bedingt, also z. B. im direkten Lichte, eine partielle Kontraktion erfahren. Das ursprünglich homogene Protoplasma könnte die Tendenz haben, sich gegen die Fugenwände hin zu kontrahieren; infolge des dadurch verkleinerten Volumens könnte es unter Umständen (z. B. *Funaria*) die Gestalt von Plasmafäden annehmen, in denen die Verschiebung der Chloroplasten gegen die Stelle der Plasmaanhäufung hin erfolgt. Bei weiterer Kontraktion könnten sich die zunächst der Zellmembran, beziehungsweise Hautschichte anliegenden zarten Stränge zu wenigen derberen Fäden zusammenschließen, welche das Zellumen auf kürzestem Wege quer durchsetzen. Die Rückkehr in die Epistrophe, die bekanntlich immer schneller vollzogen wird, wäre nur Folge einer Entspannung des Protoplasmas, ähnlich wie es Andrew nach dem Zentrifugieren chlorophyllhältiger Zellen beobachtete. Daß die Kontraktionszentren des Plasmas gerade an den Fugenwänden gelegen sind, wäre nicht ohne Analogie. Bekanntlich hebt sich auch das Plasma beim Eintritt der Plasmolyse nicht gleichzeitig von sämtlichen Zellwänden ab; man kann z. B. in zylindrischen Zellen oft beobachten, daß es den Querwänden inniger als den Längswänden anliegt, sei es, daß Plasmodesmen der Kontraktion einen Widerstand entgegensetzen oder in anderer Weise ein innigeres Anliegen an die Membran bedingt ist. Natürlich kommt auch dieser Deutung derzeit nur ein hypothetischer Charakter zu.

Die Einstellung der Chloroplasten in die Lichtrichtung kann mit der Turgorgröße natürlich in keiner Beziehung stehen; dieser Reaktionsvorgang ist von dem oben geschilderten theoretisch scharf zu trennen, wenngleich beide Prozesse unter normalen Umständen untrennbar miteinander verkettet sind. Diese Orientierungsbewegung der Chloroplasten wird nach übereinstimmenden Beobachtungen wie alle phototropistischen Bewegungen durch die stark brechbaren Strahlen begünstigt, wenngleich auch nach Frank schwach brechbare Strahlen in geringem Maße wirksam sein können.

Die im Lichte auftretenden Chloroplastenumlagerungen kombinieren sich demnach aus zwei Prozessen:

1. Der von der Turgorhöhe abhängigen Bewegung der Chloroplasten, welche im direkten Sonnenlichte durch die Steigerung der Assimilationsenergie bedingt wird und dementsprechend durch die schwach brechbaren, assimilatorisch wirksamen Strahlen gefördert werden muß; die hiedurch angestrebte Verteilung der Chlorophyllkörner ist von der Lichtrichtung unabhängig;

2. der orientierten Bewegung der Chloroplasten im Sinne des Lichteinfalles, welche durch die tropistisch wirksamen blauen Strahlen begünstigt wird. Sie kommt hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) im diffusen Lichte zustande.

Die letztere Reaktion könnte am besten als eine Phototaxis des Protoplasmas bezeichnet werden, während im ersteren Falle durch den Lichtwechsel nur ein neuer Reizzustand geschaffen wird, auf welchen das Plasma mit einer bestimmten Umlagerung antwortet. Diese Reaktion ließe sich am besten der Photokinese (Nagel) unterordnen.

Nach unserem Dafürhalten sucht das Plasma und mit ihm die Chloroplasten in diesem Falle entsprechend der von Frank vertretenen Anschauung die hellsten Stellen in der Zelle auf und lagert sich dementsprechend an zwei einander gegenüberliegenden Punkten der Zelle an, deren Verbindungslinie mit der Lichtrichtung zusammenfällt. Die Schwierigkeit, welche Velten in dieser Deutung zu liegen schien, ist nur eine scheinbare. Er hob im Gegensatz zu Frank ganz richtig hervor, daß die Chloroplasten ihren Schatten bei schrägem Lichteinfall nicht unter sich, sondern in der Richtung des einstrahlenden Lichtes werfen, und glaubte daher, daß die an der unteren Zellwand angehäuften Chloroplasten dem Schatten, also der geringsten Lichtintensität ausgesetzt wären. Er kam daher zu der merkwürdigen Folgerung: »Die Chlorophyllkörner der der Lichtquelle zunächst gekehrten Seite wandern an diejenige Stelle der Zelle, wo die intensivsten Lichtstrahlen einfallen; die der abgekehrten zeigen ein negatives Verhalten.«

Mit Hilfe des Haberlandt'schen Linsenversuches kann man sich leicht von der wahren Lichtverteilung in der Zelle überzeugen. Man erkennt zunächst, daß die Querwände der Zellen keineswegs für Licht ohneweiters durchgängig sind, wie Velten glaubte, dasselbe vielmehr wenigstens zum großen Teile reflektieren. Die Zellen, in welchen die orientierte Anhäufung der Chloroplasten vor sich geht, sind überdies an ihren Außenwänden mehr oder minder stark vorgewölbt und zeigen daher die bekannte Linsenfunktion. Daher ist die dem Lichte abgewandte Membran tatsächlich gerade an der Stelle am stärksten beleuchtet, wo sich die Chloroplasten ansammeln.[1] Die Schattenwirkung der auf der Oberseite liegenden Chloroplasten kommt dabei umsoweniger in Betracht, als von ihnen hauptsächlich die schwach brechbaren, tropistisch unwirksamen Strahlen absorbiert werden. Unter Wasser wird die Linsenfunktion ausgeschaltet; dementsprechend unterbleibt auch bei einseitigem Lichteinfall die Orientierung.

Zum Schlusse erfüllen wir eine angenehme Pflicht, indem wir Herrn Hofrat Prof. J. Wiesner, welcher unsere Arbeit stets in jeder Hinsicht förderte und mit dauerndem Interesse verfolgte, unseren aufrichtigen und wärmsten Dank sagen.

Zusammenfassung der wichtigeren Ergebnisse.

1. Die Bewegungen der Chloroplasten von *Lemna trisulca* und *Funaria hygrometrica* weisen in ihrer Beeinflussung durch verschiedene Agenzien mehrfache Analogien mit der Plasmaströmung auf:

a) Ätherwasser (1%) sistiert die sich beim Übergang ins Dunkle normalerweise einstellenden Bewegungen, während hierdurch die Annahme der Profilstellung aus der Epistrophe bei direkter Insolation nicht nur nicht gehemmt, sondern sogar beschleunigt wird. In positiver

[1] Dieser Gedanke wurde auch in Senn's neuestem Werke ausgesprochen und ausführlich durchgeführt.

Apostrophe ätherisierte Chloroplasten behalten jedoch unter allen Umständen ihre Stellung bei.

b) CO_2-Entzug sistiert umgekehrt den Übergang in positive Apostrophe bei direkter Insolation, beeinflußt jedoch nicht die Annahme der negativen Apostrophe aus der Epistrophe bei Übertragung ins Dunkle.

2. Die bei Insolation auftretenden Chloroplastenbewegungen unterscheiden sich jedoch von der Plasmaströmung schon insofern, als sie an die Assimilationstätigkeit gebunden sind.

3. Turgorsteigerung bedingt die Annahme der positiven Apostrophe, vielleicht sogar jede Profilstellung der Chloroplasten.

4. Die orientierte Ansammlung der Chloroplasten bei schräg einfallendem Lichte ist von der Apostrophe prinzipiell verschieden; sie dürfte auf eine Phototaxis des Protoplasmas zurückzuführen sein.

5. Die Chloroplasten bewegen sich (bei *Funaria*) in strangförmigen Plasmazügen, welche selbst einer kontinuierlichen Veränderung (Auflösung, Neubildung, Anastomosierung) unterworfen sind.

6. Die Bewegung der Chloroplasten ist der Hauptsache nach eine passive, wenngleich vielleicht in gewissen Fällen (z. B. bei *Funaria*) schwach amöboide Formänderungen der Chlorophyllkörner selbst die Bewegung unterstützen.

Literaturübersicht.

Andrews Fr. M., Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 38, 1903.

Böhm J. A., Beitrag zur näheren Kenntnis des Chlorophylls. Diese Berichte, math.-naturw. Klasse, Bd. XXII, 1856.

Borodin J., I. Über die Wirkung des Lichtes auf einige höhere Kryptogamen. Bull. de l'acad. imp. d. sc. Pétersbourg, Bd. 4, 1867.

— II. Über die Wirkung des Lichtes auf die Verteilung der Chlorophyllkörner in den grünen Teilen der Phanerogamen. Ebenda, Bd. 13, 1869.

Bredow H., Beitrag zur Kenntnis der Chromatophoren. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 22, 1891.

Czapek Fr., Über die Leitungswege der organischen Baustoffe im Pflanzenkörper. Diese Berichte, 1897.

Elfving F., Über die Einwirkung von Äther und Chloroform auf die Pflanzen. Finska Vetensk. Soc. Förhandl., Bd. 28, 886.

Engelmann Th. W., Bacterium photometricum. Ein Beitrag z. Phys. d. Licht- und Farbensinnes. Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd. 30, 1882.

Famintzin A., Die Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit auf die Verteilung der Chlorophyllkörner in den grünen Teilen von *Mnium* spc. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 6, 1867.

Frank B., Über die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle und deren innere und äußere Ursachen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 8, 1872.

Haberlandt G., I. Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig, Verl. Engelmann, 1905.

— II. Über den Einfluß des Frostes auf die Chlorophyllkörner. Österr. bot. Zeitschr., Bd. 26, 1876.

Josing E., Der Einfluß der Außenbedingungen auf die Abhängigkeit der Protoplasmaströmung vom Licht. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 36, 1901.

Kegel W., Über den Einfluß von Chloroform und Äther auf die Assimilation von *Elodea canadensis*. Diss. Göttingen, 1905.

Knoll Fr., Über netzartige Protoplasmadifferenzierungen und Chloroplastenbewegung. Diese Berichte, math.-naturw. Klasse, Bd. 117, Abt. I, 1908.

Küster E., I. Über den Einfluß von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch., Bd. 23, 1905.

— II. Über den Einfluß wasserentziehender Lösungen auf die Lage der Chromatophoren. Ebenda, Bd. 24, 1906.

– III. Beitrag zur Physiologie und Pathologie der Pflanzenzelle (Bemerkg. üb. d. Bau der Chlorophyllkörner). Zeitschr. f. allg. Physiol., Bd. 4, 1904.

Lidforss B., Über kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. Lunds Univ. Årsskr., N. F., Afd. 2, Bd. 4, No. 1. — Konigl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F., Bd. 19, No. 1.

Linsbauer K., Untersuchungen über die Chloroplastenbewegung. Verhandlungen der Gesellsch. Deutscher Naturforscher und Ärzte. 80. Vers. zu Köln 1908. (Vorl. Mitt.)

Meyer A., Das Chlorophyllkorn. Leipzig, Verl. Engelmann, 1883.

Moore, Spencer Le., I. The influence of Light upon Protoplasmic Movement (Studies in veget. Biolog. III. und IV). Journ. of the Linn. Soc. Bot., Bd. 24, 1888. — Ausführliches Referat von Zander in Just's Bot. Jahresber., 1888, I. Bd., p. 641 ff.

— II. Photolysis in *Lemna trisulca*. Journ. of Bot., Bd. 26, 1888.

Oltmanns F., Über die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. Flora, Bd. 75, 1892.

Pfeffer W., I. Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Unters. aus d. botan. Inst. zu Tübingen, 1886.

— II. Pflanzenphysiologie. II. Aufl., Leipzig 1897—1904.

Prillieux E., I. Mouvements de la chlorophylle dans les Selaginelles. C. r. de l'acad. d. sc., Bd. 78, 1874.

— II. Sur les conditions, qui déterminent les mouvements des grains de chlorophylle dans les cellules de *l'Elodea canadensis*. Ebenda, Bd. 78, 1874.

Pristley H. and Irving A., The Structure of the Chloroplast considered in Relation to its Function. Ann. of Bot. Bd. 21, 1907.

Puriewitsch K., Über die selbständige Entleerung der Reservestoffbehälter. Ber. d. Deutschen bot. Ges., 1896.

Richter K., I. Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika. Lotos, Bd. 56, 1908.

— II. Verhandlungen der Gesellsch. Deutscher Naturforscher und Ärzte. 80. Vers. zu Köln. 1908.

Sachs J., Lehrbuch der Botanik. Leipzig 1868.

Schmidt P., Über einige Wirkungen des Lichtes auf Pflanzen. Diss. Breslau 1870. Zitiert nach Pfeffer (II).

Schröder H., Über die Einwirkung von Äthyläther auf die Zuwachsbewegung. Flora, Bd. 99, 1908.

Senn G., I. Die Dunkellage der Chlorophyllkörner. Verh. d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. 87. Jahresvers. Winterthur 1904.

— II. Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzenchromatophoren. Leipz.-Verl. Engelmann, 1908.

Stahl E., Über den Einfluß von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche. Bot. Ztg., Bd. 38, 1880.

Velten W., Aktiv oder passiv? Österr. bot. Zeitschr., Bd. 26, 1876.

Vouk V., Laubfarbe und Chloroplastenbildung bei immergrünen Holzgewächsen. Diese Berichte, Bd. 117, Abt. I, 1908.

Wiesner J., Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz. Wien, Verl. Hölder, 1892.

Figurenerklärung.

I*a*—VI*a*. Chloroplastenverschiebung auf der Oberseite einer Zelle aus dem akroskopen Blatteile von *Funaria* bei Übertragung aus diffusem Lichte in starkes Sonnenlicht.

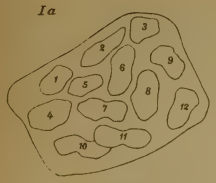
I*b*—IV*b*. Zelle aus dem basalen Blatteile von *Funaria*. Ausgangsstellung (I*b*) in negativer Apostrophe; II*b*, III*b* Übergang in Epistrophe infolge Einwirkung von diffusem Lichte; IV*b* Übergang in positive Apostrophe nach Insolation.

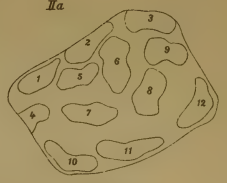
I*c*—IV*c*. Zelle aus dem basalen Blatteile von *Funaria*. Chloroplasten einseitig angehäuft. Stellungsänderungen bei direkter Insolation.

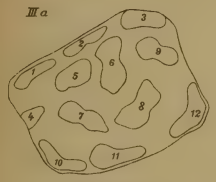
A—*D*. Lageänderung der Chloroplasten und Plasmastränge in einer basalen Blattzelle von *Funaria* bei Übertragung aus diffusem in direktes Licht.

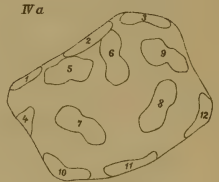
m—*t*. Lageänderung der Chloroplasten und Veränderungen der Plasmastränge in einer Zelle aus dem mittleren Blatteil von *Funaria* bei Übertragung aus schwachem in starkes diffuses Licht.

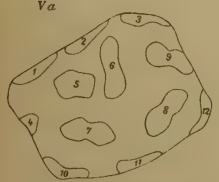
Vergl. die genauere Figurenerklärung im Texte. Die Zahlen unter den Figuren geben die Zeit des Versuchsbeginnes, beziehungsweise die jeweilige Dauer des Beleuchtungswechsels an.

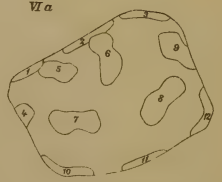

Ia
11h 36

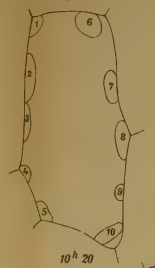

IIa
11h 36–11h 41

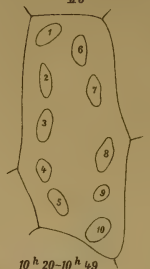

IIIa
11h 50–11h 55

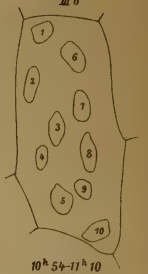

IVa
12h 1–12h 6


Va
12h 17–12h 27

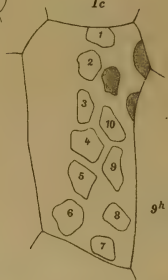

VIa
12h 37–12h 47

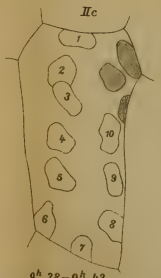

Ib
10h 20

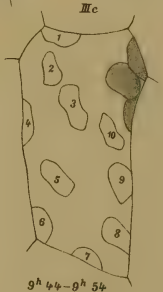

IIb
10h 20–10h 49
(Diff. L.)

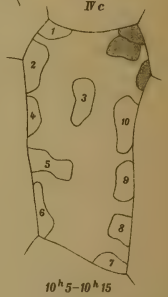

IIIb
10h 54–11h 10
(Diff. L.)

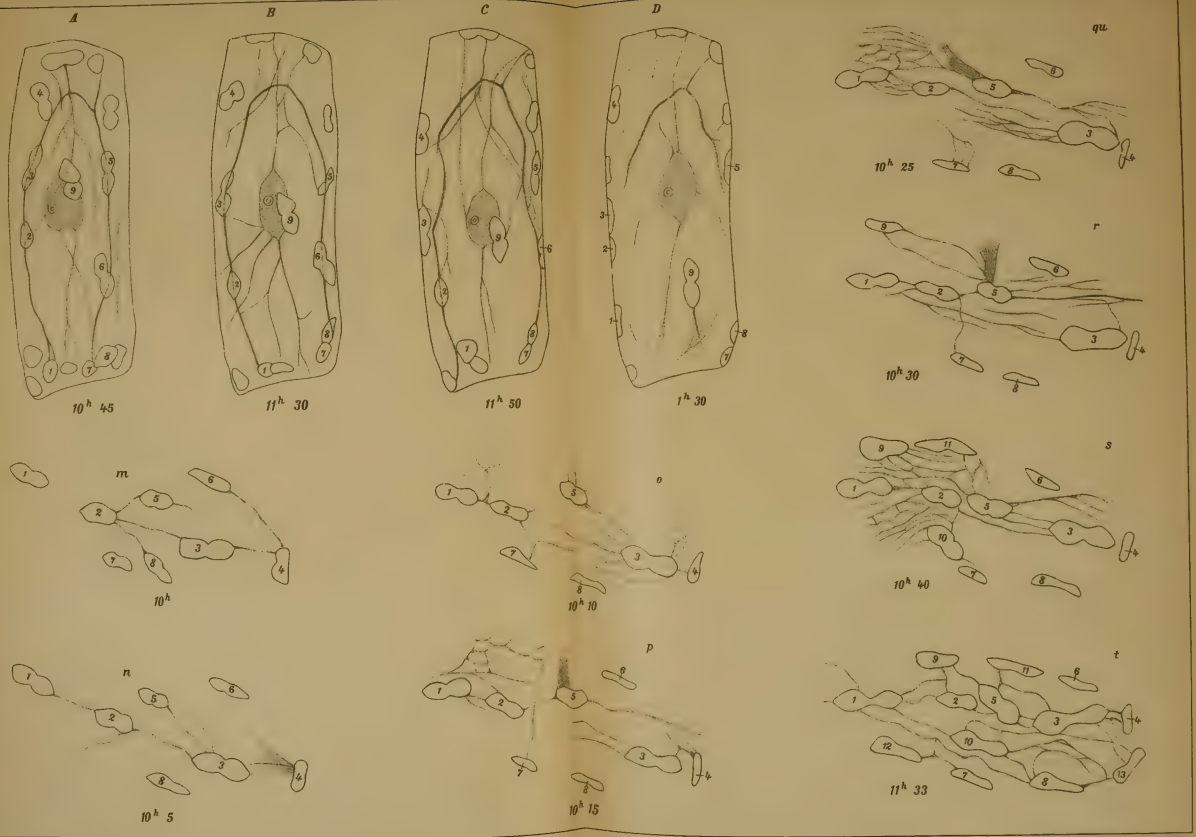
IVb
11h 13–11h 35
(Dir. L.)


Ic
9h 28–9h 33


IIc
9h 38–9h 43


IIIc
9h 44–9h 54


IVc
10h 5–10h 15


A
B
C
D
qu
r
s
t
m
n
o
p
10h 45
11h 30
11h 30
1h 30
10h 25
10h 30
10h 40
11h 33
10h
10h 5
10h 10
10h 15

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. III. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Untersuchungen über die Kurzwurzeln von Sempervivum und die daselbst auftretende endotrophe Mykorrhiza

von

Franz Zach.

(Mit 3 Tafeln und 4 Textfiguren).

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Februar 1909.)

In einer im Frühjahr 1906 beendeten, handschriftlich vorliegenden Arbeit »Untersuchungen über die Kurzwurzelbüschel von Sempervivum und anderer Crassulaceen« berichtet Fritz Altmann von fremden Einschlüssen in den Zellen der *Sempervivum*-Wurzeln, die er aber, indem er sie als den Endophyten selbst deutete, in ihrer wahren Natur verkannte.

Nach dem plötzlichen Tode des Verfassers nahm ich über Anregung des Herrn Prof. Dr. R. v. Wettstein im Winter 1908 die Untersuchung von neuem auf, zu dem Zwecke, die Frage über den angeblichen Endophyten womöglich einer Klärung zuzuführen. Nach Abschluß der diesbezüglichen Arbeiten kam mir dann das unveröffentlicht gebliebene Manuskript Altmann's in die Hände. In demselben fand ich die Morphologie und Anatomie der Kurzwurzel so eingehend durchgeführt, daß ich die darin gegebene Darstellung nach kurzer eigener Nachuntersuchung vollinhaltlich bringen kann.

Die nachfolgende Arbeit zerfällt demnach in zwei Teile: Der erste Teil beschäftigt sich mit der Morphologie und Anatomie der Kurzwurzel, so wie ich sie im Manuskript Altmann's ausgeführt fand, und zwar womöglich unter wörtlicher Benützung desselben; der zweite Teil bringt dann die Resultate der eigenen Untersuchungen über den in den Wurzelzellen

lebenden Endophyten. Von den zahlreichen Abbildungen Altmann's wurden die geeignet erscheinenden ebenfalls verwendet und besonders gekennzeichnet.

I. Morphologie und Anatomie der Kurzwurzel.

Den Ausgangspunkt für die Untersuchungen Altmann's bildeten zunächst die Wurzeln von *Sempervivum*-Arten, auf

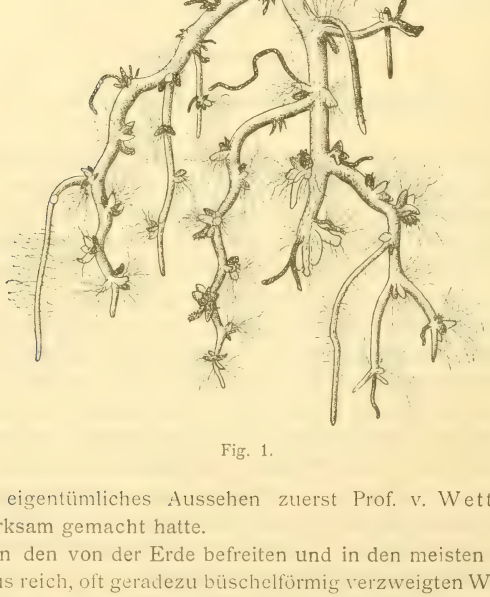


Fig. 1.

deren eigentümliches Aussehen zuerst Prof. v. Wettstein aufmerksam gemacht hatte.

An den von der Erde befreiten und in den meisten Fällen überaus reich, oft geradezu büschelförmig verzweigten Wurzeln einer *Sempervivum*-Pflanze fällt schon dem freien Auge eine große Anzahl winziger brauner Knötchen auf, die den Wurzeln in scheinbar regelloser Verteilung aufsitzen. Fig. 1 zeigt einen derartigen Wurzelabschnitt von *S. ciliosum*. Unter dem Mikroskop löst sich aber das Knötchen bald in ein Büschel sparrig abstehender, walzlicher oder eiförmiger Auswüchse auf, die oft

bis zu achten oder noch mehreren eng aneinander gedrängt, einen kugeligen oder etwas gestreckten Schopf bilden. Aber nur ein Teil dieser Auswüchse ist lebend. Die übrigen sind abgestorben und bedecken mit ihren Resten die noch lebenden Äste. An den älteren Wurzelteilen sind sie alle zugrunde gegangen und meist schon gänzlich abgestoßen oder sie sitzen noch in Form von schwarzen, struppigen Fragmenten auf den Wurzeln auf, ein Verhalten, das wohl Koch[1] im Auge haben mag, wenn er von jährlich absterbenden zarten Nebenwurzeln spricht.

Die Nebenwurzeln und Wurzelenden zeigen im allgemeinen ein doppeltes Verhalten. Die einen, durch den Besitz einer Wurzelhaube und einer normalen Haarzone als normale Endwurzeln gekennzeichnet, besitzen ein rasches Wachstum, lassen aber manchmal Kurzwurzelbüschel vermissen. Sie zeigen dann nur in regelmäßiger Anordnung die Anlagen zu neuen Nebenwurzeln. Die meisten anderen weichen aber davon ab. Während ihnen des öfteren eine normale Wurzelhaube fehlt, dies offenbar im Zusammenhang mit ihrem trägen Wachstum, bilden sie nicht selten an der Spitze und oft sogar auf ihrem Scheitel Wurzelhaare aus. An diesen Wurzelästen wird man niemals vergebens nach einem Kurzwurzelbüschel suchen.

Manchmal nimmt ein solches die Spitze einer Wurzel ein. Die Weiterentwicklung derselben geht dann auf einen zwischen den Auswüchsen entspringenden Nebenast über. Dadurch, meist aber auch infolge mächtiger Entwicklung des Kurzwurzelbüschels wird die Wurzel von ihrer geraden Wachstumsrichtung abgelenkt und nimmt, da die Büschel gewöhnlich abwechselnd rechts und links entspringen, eine zickzackförmige Gestalt an.

Des öfteren kann auch die Ursprungsstelle einer Nebenwurzel, welche kaum aus dem Mutterboden hervorgebrochen ist, ein Büschel entwickeln. Die Nebenwurzel verkümmert dann in den meisten Fällen, stellt ihr Weiterwachstum ein

---

[1] Koch, Untersuchungen über die Entwicklung der Crassulaceen. Heidelberg 1879.

unter gleichzeitigem Verlust der Wurzelhaube und des Spitzenmeristems und erscheint so als kurzer Träger des Büschels. Ihr Ende ist dann kaum von dem eines Auswuchses zu unterscheiden. Geht aber hiebei die Nebenwurzel nicht zugrunde, so bleibt das Büschel an ihrem Halse sitzen und erscheint so mehr oder weniger achselständig.

So ganz regellos, wie es also anfangs den Anschein hat, sind die Wurzelbüschel doch nicht angeordnet; sie sitzen vielmehr regelmäßig an den Verzweigungsstellen der Wurzel und man wird Mühe haben, solche Ansatzstellen der Nebenwurzeln frei von Büscheln zu finden. Deutet so schon diese bestimmte Lagebeziehung der Büschel zur Wurzel, derzufolge Büschel und Nebenwurzeln eine ähnliche Verteilung zeigen wie die Kurz- und Langtriebe mancher Sprosse, darauf hin, daß diese Auswüchse metamorphosierte Wurzeln sind, so geht die Richtigkeit dieser Deutung bestimmt hervor aus der entwicklungsgeschichtlichen und anatomischen Betrachtung dieser Gebilde. Sie sollen als »Kurzwurzeln« bezeichnet werden.

In der Mitte der Mutterwurzel umgibt das Pericambium, außen begleitet von den in tangentialer Richtung verbreiterten Endodermiszellen als eine einfache parenchymatische Schichte das zentrale Gefäßbündel. An der Ursprungsstelle des Büschels erweist es sich meristematisch und aus zahlreichen Zellen zusammengesetzt. Eine Endodermis fehlt hier. Es bildet so den Mutterboden, aus dem sich endogen alle an der Zusammensetzung des Büschels beteiligten Würzelchen der Reihe nach entwickeln (Fig. 2 bis 4). Zuerst bilden sich ein bis zwei Auswüchse, durch rasche Zellteilung wird der Weg durch das Muttergewebe gebahnt, das hiebei teilweise aufgelöst wird. Eine Wurzelhaube fehlt von allem Anfang an. Doch bald wird das Spitzenwachstum eingestellt und es stülpen sich zahlreiche Epiblemzellen an der ganzen Oberfläche des Würzelchens zu relativ großen Wurzelhaaren aus. An der Basis ist das Gewebe noch immer meristematisch geblieben und dürfte wohl noch dem Pericambium der Mutterwurzel zuzurechnen sein. Es wird zum Ausgangspunkt einer neuen Abzweigung, so daß innerhalb der ausgebildeten Kurzwurzel oft schon eine zweite und dritte neue wieder angelegt erscheint.

Ja diese können ihrerseits wieder tertiäre Anlagen abzugliedern beginnen, so daß das Gesamtbild etwas kompliziert wird (Fig. 2). Eine gesetzmäßige Orientierung der neu entstehenden Kurzwurzeln ist nicht zu beobachten. Sie machen so den Eindruck einer mit einem Hexenbesen zu vergleichenden Bildung.

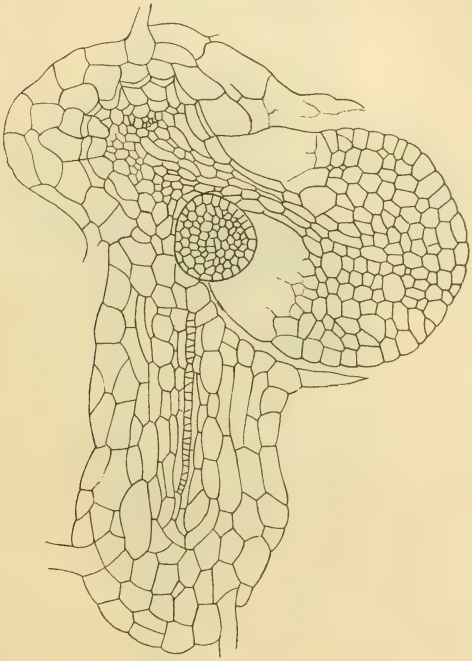


Fig. 2.

Was den anatomischen Bau der Kurzwurzel betrifft, so wurde schon gesagt, daß ihre ganze Oberfläche von Wurzelhaaren eingenommen wird, die sich durch ihre Größe von den anderen unterscheiden. Doch konnte ich an dem im Winter aus der Erde entnommenen Material von *S. tectorum* und *acuminatum* Haarbildungen nicht finden. Das Innengewebe ist wenig differenziert. Man könnte höchstens der Lage nach

dieses parenchymatische Gewebe scheiden in eine primäre Rinde, bestehend aus zwei oder drei an der Spitze meist um eine Lage vermehrten Zellschichten, eine Endodermis und etwa in ein Pericambium. Der Zentralzylinder ist entsprechend

Fig. 3.

schwach entwickelt und weist alle Merkmale einer Gefäßbündelendigung auf. Stereome fehlen, das Xylem wird durch einige wenige Tracheïden oder nur durch einige langgestreckte und unverdickte Zellen repräsentiert. In dem als Phloëm anzusprechenden Teile beobachtet man längere und kürzere zarte Zellen.

Die Wurzelnatur dieser Auswüchse steht also außer Zweifel. Kurz zusammengefaßt: es sind der Anlage nach schon haubenlose Nebenwurzeln mit begrenztem Wachstum und

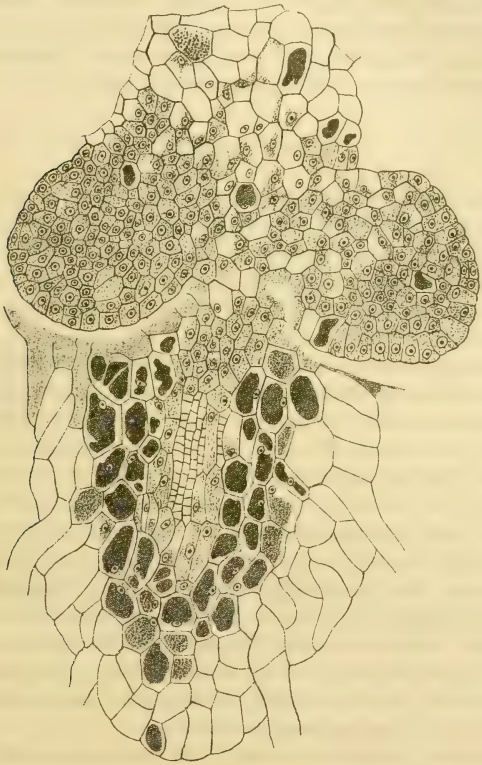


Fig. 4.

reicher, sich über die ganze Spitze erstreckender Wurzelhaarbildung, die in großer Anzahl und aufeinanderfolgend zu verschiedenen Zeiten an einer Stelle der Mutterwurzel und in der Folge auch aus ihresgleichen hervorgehen. Sie unterscheiden sich also nur graduell von den normalen Wurzeln, zu denen

die haubenlosen einen Übergang vorstellen. Man sieht ja an diesen letzteren auch öfter den bei den Kurzwurzeln fixierten Verlust des Spitzenwachstums als zeitliche Eigentümlichkeit auftreten. Bis auf die büschelförmige Anordnung zeigen sie eine lebhafte Ähnlichkeit mit den von Klein-Szabó[1] und später von Waage[2] studierten haubenlosen Wurzeln von *Aesculus Hippocastanum* und anderer *Sapindaceae*.

II. Der Symbiont.

Wie eingangs erwähnt, hat schon Altmann in den Zellen der *Sempervivum*-Wurzeln eigenartige Inhaltskörper beobachtet, die er als Endophyten selbst deutend, den Plasmodien zuzählen zu können glaubte. Wie ausgeführt werden soll, handelt es sich aber hiebei um einen Exkretkörper, während der Endophyt ein Fadenpilz ist.

Die folgenden Untersuchungen wurden an Wurzeln von *S. tectorum* L. und *acuminatum* Schott durchgeführt, zu denen ich das Material aus dem botanischen Garten der Wiener Universität erhielt. Nachdem die Wurzeln in Merkel's Flüssigkeit fixiert und in Paraffin eingebettet worden waren, wurden Mikrotomschnitte von 3 bis 5 μ Dicke angefertigt. Von Färbemitteln wurde neben Methylgrünessigsäure und Anilin-Safranin ausschließlich das Ziel'sche Carbolfuchsin angewendet, das mir schon bei den Untersuchungen über den Fadenpilz der Wurzelknöllchen von *Alnus* und *Elaeagnus* die besten Dienste geleistet hatte. Von Vergrößerungen wurde gebraucht, und zwar bei Anwendung des Auerbrenners Reichert: Hom. Imm. $^1/_{12}$, Apert. 1·35 und Ok. 2. Die Zeichnungen wurden mit dem Abbe'schen Zeichenapparate entworfen.

Studiert man eine normale Zelle, etwa eine solche in der Nähe der Kurzwurzelspitze, wo zwar nicht immer, aber doch in vielen Fällen noch keine Infektion zu beobachten ist, so fällt ein großer, rundlicher bis ovaler Kern mit körneliger Struktur

[1] J. Klein und Fr. Szabó, Zur Kenntnis der Wurzeln von *Aesculus Hippocastanum* L. Flora 1880.

[2] Waage, Über die haubenlosen Wurzeln der Hippocastanaceen und Sapindaceen. Ber. der Deutschen bot. Ges., IX, 1891.

und deutlichem Nucleolus auf, eingebettet in ebenfalls granuliertem und später stark vakuolisiertem Plasma. Am Kerne bleibt hier öfter die Färbung mit Carbolfuchsin aus oder tritt nur schwach im Vergleich zu dem sich stark tingierenden Plasma ein. Ebenso konnte auch Altmann in der Färbbarkeit einen Gegensatz zwischen Kern und Plasma beobachten.

Aber schon die nächste Umgebung kann infiziert sein. Man findet dann in den Zellen äußerst feine Hyphen verlaufen, deren Auffinden aber einigermaßen mit Schwierigkeiten verknüpft ist, da sie durch ihre Rotfärbung nur dann deutlich hervortreten, wenn sich das Zellplasma nicht zu stark tingiert hat. Taf. II, Fig. 1 zeigt eine derartige Zelle mit Hyphen; sie ist etwa aus dem vorderen Drittel einer Kurzwurzel entnommen. Offenbar hat hier erst kurz vorher die Infektion stattgefunden. Die Hyphen sind äußerst zart, 0·28 μ dick, mehrfach, wie es den Anschein hat, verzweigt und weisen einen geschlängelten und gewundenen Verlauf auf, der durch nichts, auch nicht durch den Kern beeinflußt erscheint. In einem weiter vorgeschrittenen Stadium bemerkt man, daß sich die Hyphen außerordentlich vermehrt haben und nun oft eng gedrängt das ganze Plasma durchsetzen (Taf. II, Fig. 2). Hierbei sind sie noch feiner geworden, so daß sie etwa eine Dicke von 0·19 μ nur mehr aufweisen (Taf. II, Fig. 2 und 3).

Während dieser ganzen Zeit läßt sich am Kerne keine Veränderung erkennen, weder eine auffallende Größenzunahme, noch, was merkwürdig erscheint, eine sonst in ähnlichen Fällen bei Mehrinanspruchnahme in der Regel auftretende Lappung.

Und auch späterhin kann man nichts von derartigem an ihm wahrnehmen. Dagegen vergrößern sich oft in auffallender Weise die pilzführenden Zellen, manchmal bis auf das zehnfache ihrer ursprünglichen Größe. In jungen Kurzwurzeln sowie in deren Anlagen finden sich die infizierten Zellen so ziemlich über den ganzen Schnitt regellos verteilt, wenn auch in den ersten zwei Dritteln der Wurzel, von der Basis aus gerechnet, die Infektion meist stärker auftritt als im letzten Drittel. Dagegen fällt an älteren Auswüchsen von seiten des Pilzes eine Bevorzugung der beiden oder drei innersten, an das Phloëm angrenzenden Zellschichten auf, ohne daß aber auch

hier die Infektion örtlich streng begrenzt wäre. So findet sich hier z. B. der Pilz ab und zu auch in der primären Rinde und in den noch nicht zu Wurzelhaaren ausgewachsenen Epiblemzellen (Fig. 4). Die gleichen Gewebspartien bevorzugt der Pilz auch in der relativen Hauptwurzel, was auch leicht verständlich ist, da er ja gerade dort die besten Ernährungsbedingungen findet. Doch zeigt er sich auch hier gelegentlich wieder in der primären Rinde.

Neben diesen geschilderten Stadien beobachtet man nun weiter Zellen, deren Inhalt mannigfach degeneriert erscheint. Der Zellinhalt macht eine ganze Reihe von Veränderungen durch, bis schließlich Hyphen und Zellplasma verschwinden und nur ein toter Rückstand übrig bleibt, der in der Folge analog wie bei *Alnus* und *Elaeagnus*, wo sich im wesentlichen derselbe Vorgang abspielt, als »Exkretkörper« bezeichnet werden soll. Der Pilz wird also verdaut. Die Art und Weise, wie sich dieser Vorgang abspielt, ist, wenn auch in den einzelnen Fällen graduell verschieden, im großen und ganzen doch immer dieselbe. Er soll nun eingehender besprochen werden.

Während bisher die Zellbestandteile und die Hyphen deutlich und distinkt noch zu erkennen waren, beobachtet man nun, daß dieselben im Bilde an Deutlichkeit und Schärfe zunehmend verlieren. Im körnigen Zellinhalt zeigen sich da neben einigen kleinen Vakuolen dunkle, durch den Farbstoff mehr oder weniger hervortretende Striche, ohne Zweifel die Hyphen oder doch Reste der Hyphen (Taf. II, Fig. 4 *a*). Während dieselben dann immer mehr verschwinden, verliert auch die Grundmasse, in der sie eingebettet waren, ihre körnelige Struktur und wird unter wachsender Gelbfärbung homogen (Taf. II, Fig. 4 *b* bis *c*). Schließlich finden sich in den Zellen nur mehr dunkelgelb bis braunrot gefärbte, eigentümlich durchscheinende und mattglänzende Körper von hornartiger Konsistenz, die mit den bei *Alnus* und *Elaeagnus* beschriebenen »Exkretkörpern« vollständig übereinstimmen. Mit zunehmender Homogenisierung nimmt ihre Färbbarkeit mit Carbolfuchsin und Methylgrün-essigsäure zu, um aber dem Anschein nach schließlich wieder verloren zu gehen. Mit Anilin-Safranin färben sie sich schwach

orangerot. Bei Bernard[1] und W. Magnus[2] finden sich Angaben über ähnliche Rückstände in den Verdauungszellen von Orchideen.

Daß die früher erwähnten dunklen Striche Hyphen sein müssen, ergibt sich daraus, daß sie in etwas modifizierten Fällen außerordentlich deutlich als solche zu erkennen sind. Die Zelle erscheint hierbei erfüllt mit anfangs heller, später aber sich zunehmend gelbfärbender Exkretsubstanz, in welcher dicht gedrängt, wie Einschlüsse im Bernstein, Hyphen zu beobachten sind. Später verschwinden auch diese in der Regel immer mehr und mehr und schließlich meist vollständig. Nur ab und zu noch lassen sie sich in geringer Zahl auch in den alten, bereits gebräunten Exkretkörpern vorfinden (Taf. II, Fig. 5).

Ein ganz anderes Bild erhält man, wenn die bisher nur spärlich beobachtete Vakuolisierung des Exkretkörpers nun reichlich auftritt. Auch in diesem Falle findet sich anfangs eine körnelige, Hyphen bergende Masse; indem aber dann an deren Oberfläche zahlreiche Vakuolen auftreten, erscheint sie alsbald wie mit einem Netze übersponnen, dessen Maschen aus homogener Exkretsubstanz bestehen (Taf. I *a*). Die Vakuolen müssen wohl mit einer Flüssigkeit gefüllt sein, denn gelegentlich findet man in ihnen Gasblasen, die in lebhafter Bewegung begriffen sein können (Taf. I *c*, Taf. II, Fig. 9). Die Vakuoli-

[1] N. Bernard, Etudes sur la tubérisation. Rev. gén. de bot., Tom 14, 1902 und Recherches expérimentales sur les Orchidees. Rev. gén. de bot., Tom. 16, 1904. Der Autor gibt für *Cypripedium* an, daß nach Degeneration des Plasmas und des Hyphenknäuels eine degenerierte amorphe Masse den Kern umgibt. Mit seiner Zeichnung von *Cypripedium* stimmt auch die von *Neottia Nidus-avis* überein.

[2] W. Magnus, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia Nidus avis*. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 35, 1900. In den »Verdauungszellen« der Wurzel degenerieren die Hyphen und kollabieren. Durch zahlreich auftretende wandständige Vakuolen werden sie gegen die Mitte zu zusammengedrängt und zu einem Klumpen umgebildet, der oft ebenfalls reich vakuolisiert sein kann. Er ist meist unscharf gegen außen abgegrenzt und ziemlich fein konzentrisch geschichtet, eigentümlich durchscheinend und gelbbraun. Er wird als »Schleimklumpen« bezeichnet. Er besteht sonach aus den übrig bleibenden Stoffen des Pilzes und den zelluloseartigen Umwandlungsprodukten und Ausscheidungen des Zellplasmas.

sierung schreitet nach innen fort, bis auch hier nur der Exkretkörper zurückbleibt, anfangs öfters zwar noch umgeben von Resten des Plasmakörpers; doch auch diese gehen endlich zugrunde. Treten zahlreiche kleinere Vakuolen auf, so erhält er ein schwammartiges Aussehen (Taf. I *b*) oder er bekommt, wenn die Vakuolen besonders groß werden, die Form von netzartigen oder gitterförmigen Körpern, wie sie für *Elaeagnus* so charakteristisch sind (Taf. I *c*, Taf. II, Fig. 6 bis 10, Taf. III, Fig. 1 und 2). Die Vakuolisierung kann soweit gehen, daß die gesamte Exkretsubstanz in gröbere oder feinere Flocken aufgelöst erscheint (Taf. III, Fig. 3). Daneben findet sie sich noch in Form von Kugeln, traubenförmigen Gebilden oder von wandständigen Tropfen (Taf. III, Fig. 4) und direkt als Wandbelag oder ganz unregelmäßig. Die Übereinstimmung mit *Elaeagnus* z. B. ist da so groß, daß man die Bilder nicht voneinander unterscheiden kann.

Der Zellkern bleibt hiebei sehr lange erhalten und liegt dann meist seitwärts vom Exkretkörper in einer Einbuchtung desselben im spärlich übrig gebliebenen Zellplasma. Mit der Zeit verliert aber auch er seine körnelige Struktur und wird hyalin (Taf. III, Fig. 5), um endlich samt dem Plasma zu verschwinden, worauf die Zellwände schrumpfen und kollabieren. Auf diese Weise sterben auch ganze Nebenwurzeln ab.

Nach der überraschenden Ähnlichkeit der geschilderten Verhältnisse mit denen von *Alnus* und *Elaeagnus* wird man wohl kaum fehlgehen, wenn man für *Sempervivum* dieselbe Symbiose annimmt, wie sie für jene bereits von Nobbe [1] und Hiltner experimentell nachgewiesen worden ist. Dieser Zustand muß sich für *Sempervivum* besonders günstig erwiesen haben, denn Altmann [2] fand ihn bei allen untersuchten Arten,

---

[1] Nobbe und Hiltner, Über das Stickstoffansammlungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen. Naturwiss. Zeitschr. für Land- und Forstwesen II, 1904. Ref. Bot. Zentralbl. 96, 1904.

[2] Altmann untersuchte: *Sempervivum alpinum* Grisb. und Sch., *angustifolium* Kern., *arachnoideum* L., *assimile* Schott, *Braunii* Funk., *Carpaticum* Wettst., *Funkii* Braun, *Gaudini* Wettst., *glaucum* Tenore, *globiferum* L., *hirtum* L., *leucanthum* Panc., *montanum* L., *patens* Grisb. et Sch., *soboliferum* Sims., *Tatari* Wettst., *tectorum* L., *ciliosum* Panc.

so daß der Besitz von verpilzten Kurzwurzeln direkt als charakteristisch für diese Gattung anzusehen ist. Diese allgemeine Symbiose zwischen Pilz und *Sempervivum*-Pflanze läßt sich auch recht gut erklären. Als Xerophyt mit relativ beschränkter Transpiration und dementsprechend geringerer Aufnahme von Nährsalzen mag ihm das durch Verdauung des Pilzes gewonnene Material sehr zustatten kommen. Damit folgt auch *Sempervivum* der Annahme Stahls,[1] daß der mit der Gefäßpflanze in Symbiose lebende Pilz dieser einen Ersatz für die spärliche Transpiration bietet. Auf diese Art stellt die Kurzwurzel geradezu einen biologischen Typus unter den Wurzeln vor.

Außer dem beschriebenen feinfädigen Hyphenpilz findet man ab und zu, aber nicht in allen Wurzeln in den äußersten Schichten des Rindenparenchyms einen anderen, intrazellular lebenden, großzelligen Hyphomyceten (Taf. III, Fig. 6), der unter merkwürdigen Veränderungen schließlich ebenfalls verschwindet. Anfangs überall gleichmäßig, etwa 3 μ dick und langgliedrig, bildet er in der Folge neue Scheidewände und damit kürzere Glieder aus, die sich dann mehr oder weniger kugelig aufblähen (Taf. III, Fig. 7). Durch starkes Wachstum füllt er bald die sich ansehnlich vergrößernde Wirtszelle vollständig mit einem recht täuschenden Pseudoparenchym aus, das um so unauffälliger erscheint, als sich hiebei die anfangs erweiterten Pilzglieder meist isodiametrisch abplatten. Zellplasma und Zellkern sind um diese Zeit nicht mehr zu finden. Sie scheinen sehr bald zugrunde zu gehen. Der Inhalt dieses Pilzes zeigt anfangs eine unauffällige granulierte wabige Struktur, in der sich aber bald interessante Veränderungen bemerkbar machen. Es treten nämlich zarte, flockenartige Bildungen auf, die sich allmählich verdichten und immer bestimmtere Gestalt annehmen, bis sie schließlich zu unregelmäßig gelappten, mehr oder weniger bandartigen Körpern werden, welche sich in unbestimmter Anordnung an der Wand anlagern und durch quer das Pilzlumen durchsetzende Stränge zu einem spongiösen

[1] E. Stahl, Der Sinn der Mycorrhizenbildung. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. XXXIV, 1900.

Gerüstwerk sich vereinigen können (Taf. III, Fig. 7). Mit zunehmender Verdichtung nimmt auch ihre Färbbarkeit mit Carbolfuchsin bis zum leuchtenden Rot des Endstadiums zu. Ist dieses erreicht, dann beobachtet man einen Zerfall der Bänder und ein vollständiges Verschwinden der Hyphen. Die Bänder lösen sich in einzelne Stücke auf, die wie mazeriert und korrodiert aussehen und durch weitgehende Vakuolisierung endlich zu Formen werden, wie sie Taf. III, Fig. 8 zeigt, welche dann wieder lebhaft an gewisse Formen erinnern, wie sie die Exkretsubstanzen annehmen. Die Bänder dürften wohl Reservestoffe sein, die sich der Pilz anhäuft, die aber später von der Wirtspflanze selbst wieder in Anspruch genommen werden. Das nicht konstante, sondern gelegentliche Auftreten des Pilzes charakterisiert ihn als Gelegenheitssymbionten, und sein Schicksal gibt wieder Zeugnis von der hohen verdauenden Kraft der Wurzelsäfte.

Altmann, für den eine Symbiose nicht sicher feststand, war ebenfalls geneigt, diesen Kurzwurzeln einen biologischen Charakter zuzuschreiben, allerdings in einem etwas abweichenden Sinne. Auf Grund von Untersuchungen mit verdünnten Farbstofflösungen, bei denen sich die Kurzwurzeln rascher färbten als die übrigen Wurzeln, hielt er dieselben für Organe, die für Wasseraufnahme besonders geeignet seien, da sie permanente Absorbtionsflächen vorstellen, welche auch noch an den sonst normalerweise von Wurzelhaaren entblößten älteren Wurzelteilen auftreten. Indem die Pflanze die absterbenden Kurzwurzeln fortwährend neu ersetzt, also immer von neuem funktionierende Wurzelhaarzonen ausbildet, wäre sie zur Ausnützung zeitweiser Feuchtigkeitsperioden besonders eingerichtet. Damit bringt auch er das Auftreten der Kurzwurzeln in Zusammenhang mit der xerophytischen Lebensweise der Pflanze.

Um nun in diese Frage näheren Einblick zu gewinnen, ob und inwieweit das Auftreten von Kurzwurzeln mit xerophytischem Charakter zusammentrifft, untersuchte er auch noch verwandte Formen von *Sempervivum* sowie Formen von ähnlichem biologischen Typus auf das Vorkommen oder Fehlen von Kurzwurzeln hin. Gedrungene Kurzwurzeln fand er bei

den streng xerophytischen Arten: *Sedum acre* L., *alpestre* Vill., *annuum* L., *atratum* L., und *dasyphyllum* L., eine mehr gestreckte, spindelige Gestalt derselben beobachtete er bei *Sedum album* L., *gypsicolum* Boiss. et Reut., *mayellense* Tenore, *pedicellatum* Boiss. et Reut. und *reflexum* L. Noch ausgeprägter fand sich diese Tendenz der Streckung bei *Sedum amplexicaule* DC., *caesium* Bor., *caespitosum* DC., *glaucum* Waldst. et Kit., *litoreum* Guss. und *rubens* L. Dagegen zeigte sich weder eine Spur von Kurzwurzeln, noch eine Andeutung büschelförmiger Verzweigung bei *Sedum alsinefolium* All., *Cepaea* L. und *villosum* L.

Wie *Sempervivum* verhielt sich weiter *Cotyledon Aizoon* Schoenld., nach dem zweiten Typus von *Sedum Crassula capitata* Salm-Dyck, *Cotyledon gibbiflora* Moc. und *mucronata* Baker; nach dem dritten Typus *Bryophyllum crenatum* Baker, während keine Kurzwurzeln zu beobachten waren bei *Tillaea aquatica* L., *mucosa* L. und *Vaillantii* Willd.

Interessant ist, daß *Sedum alsinefolium* All. und *Sedum Cepaea* L. mehr oder weniger ausgesprochene Schattenpflanzen und *Sedum villosum* L. und die drei *Tillaea*-Arten direkt Sumpfpflanzen vorstellen.

Dem Aussehen nach sehr an *Sempervivum* erinnernde Bildungen wurden auch von Gaucher[1] als regelmäßige Erscheinung an den Wurzeln sukkulenter Euphorbien beschrieben. Auch an manchen Cacteen (*Echinopsis* sp., *Opuntia* sp.) und an anderen Sukkulenten (*Rhipsalis Regnelli* Loefgr.) sind Bildungen zu finden, welche lebhaft an die Crassulaceen gemahnen.

Ob es sich aber auch bei den neben *Sempervivum* genannten Formen um einen Endophyten in den Kurzwurzeln handelt, sowie die Frage, ob die Kurzwurzeln überhaupt selbständige, durch Anpassung an die xerophytische Lebensweise entstandene Bildungen sind, die dann auch den Pilz beherbergen oder ob sie erst durch den Endophyten veranlaßt werden, bedarf wohl der experimentellen Untersuchung.

---

[1] Gaucher, La racine des Euphorbes cactiformes. Journal de Botan. XIII, 1899.

Zum Schluß sei es mir noch gestattet, Herrn Prof. Dr. R. v. Wettstein für sein Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte sowie für die freundliche Überlassung des benötigten Materials meinen besten Dank zu sagen.

Erklärung der Abbildungen.

Textfig. 1 bis 4, Taf. I und Taf. II, Fig. 10 nach Altmann. Vergrößerung der beiden letzteren Figuren. Zeiß: Homog. Imm. Nr. 2 und Ok. 12.

Die übrigen Figuren original. Vergrößerung Reichert: Homog. Imm. $^1/_{12}$ Apert. 1·35 und Ok. 2.

Textfig. 1. Wurzelabschnitt von *S. ciliosum* Panc.

Textfig. 2. Schnitt durch die Wurzel von *S. globiferum* L. mit drei verschiedenalterigen Kurzwurzeln.

Textfig. 3. Ähnlicher Schnitt in tangentialer Richtung.

Textfig. 4. Ähnlicher Schnitt mit eingezeichneten infizierten Zellen.

Taf. I.

S. Tatari Wettst. Verschiedene Stadien der Verdauung. *a)* Beginnende Vakuolisierung, *b)* schwammiger, *c)* gitterförmiger Exkretkörper mit Gasblasen.

Taf. II.

Fig. 1 bis 3. *S. tectorum* L. Infizierte Zellen mit Hyphen. Fig. 1 jüngeres Stadium. Fig. 2 und 3 ältere Stadien.

Fig. 4. *S. tectorum* L. Verschiedene Stadien der Verdauung.

Fig. 5. *S. acuminatum* Schott, Exkretkörper mit eingeschlossenen Hyphen.

Fig. 6 bis 10. *S. tectorum* L., *acuminatum* Schott, Fig. 10 *S. Tatari* Wettst. Verschiedene Formen der Exkretkörper.

Taf. III.

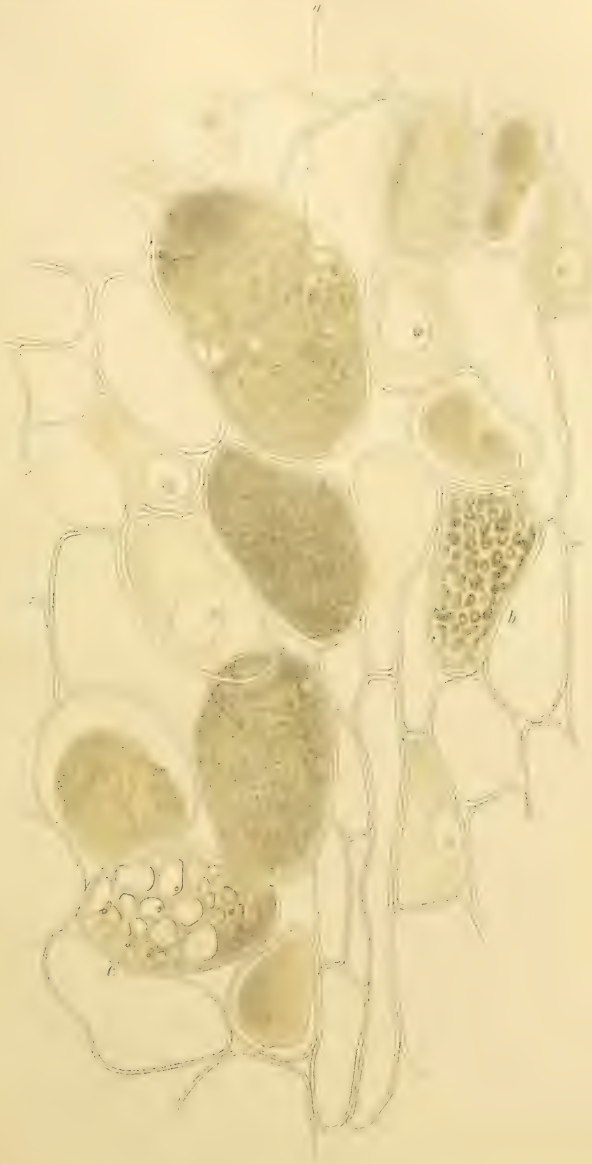
Fig. 1 bis 4 = Fig. 6 bis 9 der Taf. II.

Fig. 5. *S. acuminatum* Schott, Exkretkörper mit übrig gebliebenem, hyalin degeneriertem Kerne.

Fig. 6. *S. tectorum* L. Zelle mit weitlumigen Hyphen in annähernd ursprünglichem Zustand. Beginn der Ausweitung der Hyphen.

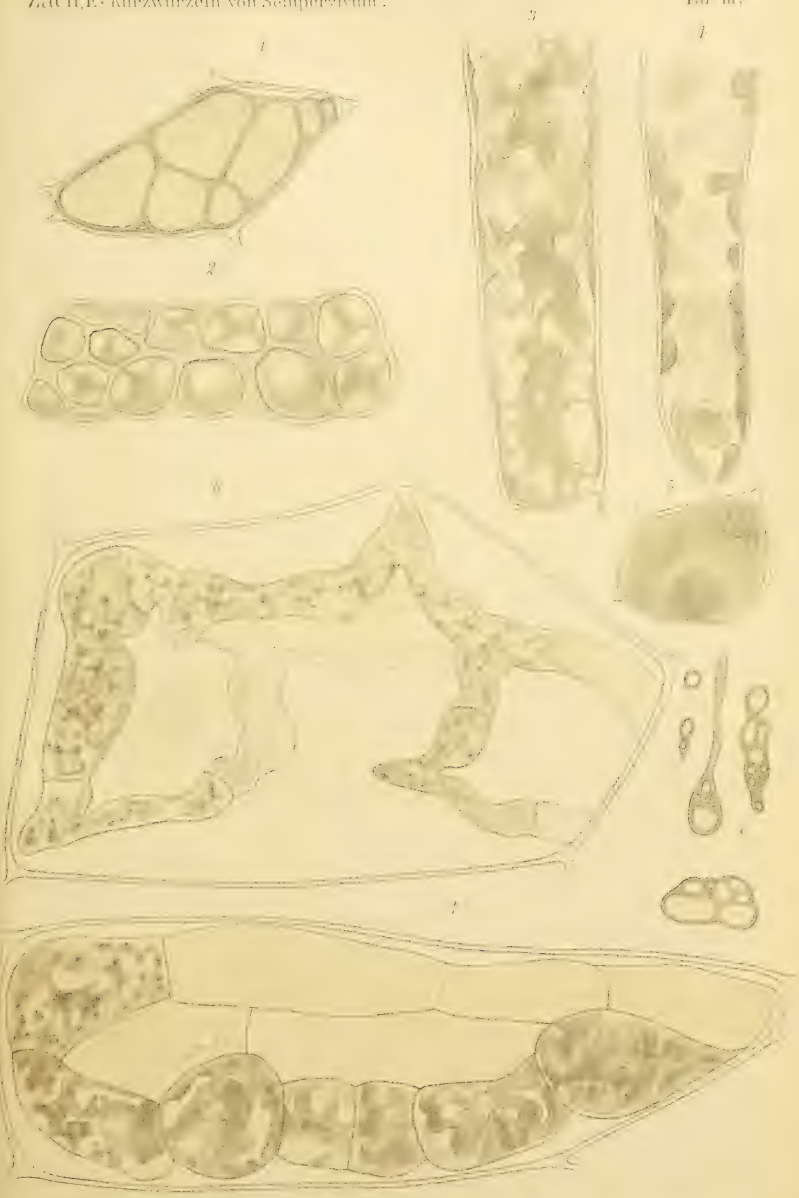
Fig. 7. Derselbe Schnitt. Hyphen kurzgliederig, aufgebläht mit bandähnlichem Inhaltskörper.

Fig. 8. Derselbe Schnitt. Exkretstoffe nach diesen Hyphen.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse. Bd. CXVIII. Abth. I. 1909



Über die Blattentfaltung der Amherstieen

von

F. Czapek.

Botanische Ergebnisse der im Jahre 1907 mit Unterstützung der Kaiserl. Akademie ausgeführten Reise nach Java und Britisch-Indien. Nr. I.

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Februar 1909.)

Vor etwa 20 Jahren hat Treub[1] zuerst der merkwürdigen Vorgänge bei der Laubentfaltung von *Amherstia* und ihrer Verwandten mit den Worten gedacht: »Wie günstig das Klima genannter Länder für die Entwicklung junger Pflanzenteile ist, geht am besten aus dem Verhalten vieler baumartiger Leguminosen hervor. Sehr junge Zweige mit vielen noch nicht grün gefärbten Blättern hängen, als wären sie aus der Knospe gefallen, schlaff herunter; in diesen ist die Gewebedifferenzierung noch unvollkommen. Erst später werden sie fester und erheben sich. Schöne Beispiele hierfür kann man beobachten bei Arten von *Brownea* und *Ionesia*, besonders aber bei *Amherstia nobilis* Wallr. und *Maniltoa gemmipara* Scheff.«

Seither haben sich mehrere der zahlreichen Botaniker, welche die Tropen in den beiden letzten Dezennien aufgesucht haben, mit dieser merkwürdigen Erscheinung befaßt und vor allem auf den Charakter dieser eigenartigen Blattentfaltung als Anpassungserscheinung Rücksicht genommen. So sieht Stahl[2]

---

[1] M. Treub, Handelingen van het eerste Nederlandsch Natiuur en Geneeskundig Congres, gehouden te Amsterdam 30. September 1887, Ref. von Janse im Botan. Zentralbl., Bd. 35, p. 328 (1888).

[2] E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt. Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie. Annal. du Jard. Botan. de Buitenzorg, Tome 11, p. 98 (1893).

in der hängenden Knospenlage eine Einrichtung zur Vermeidung von Knickungen durch Regen. Wiesner[1] spricht in seinen »Pflanzenphysiologischen Mitteilungen aus Buitenzorg« mehrfach von der Hängelage des jungen Laubes der *Amherstia* und sieht in dieser Eigentümlichkeit eine Einrichtung zum Schutze des Chlorophylls in den noch nicht völlig entwickelten Blättern. F. W. Keeble[2] wendete sich gegen Stahl's Anschauungen bezüglich der Bedeutung der hängenden Lage der jugendlichen Blätter als Schutzeinrichtung gegen die mechanische Gewalt des Regens. Auf Grund einer Reihe von Versuchen mit Blättern von *Amherstia* und *Brownea* kommt Keeble vielmehr zu dem Ergebnis, daß die Vertikalstellung die jungen Blätter gegen die Wirkungen zu starker Insolation schützt. Wenn die jungen Blätter absichtlich horizontal gelegt wurden, so transpirierten dieselben bedeutend mehr als wie in ihrer natürlichen Vertikallage. Daß bestimmte Anpassungen bei dem phylogenetischen Zustandekommen der eigentümlichen Entfaltung der jungen Triebe von *Amherstia* und ihren Verwandten im Spiele sind, insbesonders Anpassung gegenüber den Besonnungsverhältnissen, darüber kann wohl kaum ein Zweifel bestehen. Doch sind sicher verschiedene Einflüsse im Spiele, wie schon Haberlandt[3] in seinem bekannten Werke »Eine botanische Tropenreise« hervorgehoben hat. Den bereits von anderen Autoren gewürdigten Momenten, welche hier in Frage kommen, möchte ich noch die Bedeutung der Hängelage für die Ausnützung des zur Verfügung stehenden Raumes anfügen. Für rasch wachsende Organe, welche noch dazu eines gewissen Lichtschutzes bedürfen, ist wohl kaum eine vorteilhaftere Lage für die ungestörte rasche Streckung denkbar als die Hängestellung der jungen *Amherstia*-Blätter.

Die Bildung von Knospen, an deren allgemeines Vorkommen wir so sehr gewöhnt sind, ist eine Anpassung an die periodisch wiederkehrende Vegetationsruhe und an jene

[1] J. Wiesner, Beobachtungen über Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls tropischer Gewächse. Diese Berichte, Bd. 103, Januar 1894, p. 19 bis 20. Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen II. Ebenda Bd. 104, Juli 1895, p. 62.

[2] F. W. Keeble, Annals of Botany, 1895, p. 59.

[3] G. Haberlandt, Eine botanische Tropenreise. Leipzig 1893, p. 117.

Faktoren, welche die Vegetationsruhe im Verlaufe der Stammesgeschichte auszubilden behilflich waren. In dem immerwährend gleich warmen und gleich feuchten Klima der äquatorialen Länder, wo so viele Erscheinungen der Periodizität gleichsam in ungeordnetem Zustande vorhanden sind und gleichsam auf Selektion durch äußere Einflüsse warten, fehlen eben auch solche Fälle nicht, in welchen überhaupt keine Knospenbildung vorhanden ist, sondern wo sich die Internodien strecken, bevor noch die Blätter ihre Gewebe und ihr Chlorophyll ausgebildet haben. Ähnliche Abstufungen in der Entwicklung der jungen Organe finden wir auch bei Wasserpflanzen, besonders bei den Algen. *Amherstia,* deren auffallende Laubentfaltung Treub sehr treffend als »Ausschütten der jungen Blätter« sprachlich charakterisiert hat, repräsentiert den extremsten Fall in dieser Reihe von Vorkommnissen. Hier werden die Internodien stark gestreckt, bevor noch die Blätter über ein fast embryonal zu nennendes Stadium hinausgekommen sind. Bei den übrigen von mir untersuchten Amherstieen sind die jungen Internodien weit weniger gestreckt, wenn sich die Blätter in raschem Tempo entfalten. Hängende junge Zweige mit Büscheln von bleichen, noch unentwickelten Blättern sind aber überhaupt bisher nur von diesen Cäsalpinaceen bekannt und Stahl und Schimper[1] heben ausdrücklich hervor, daß sonst derartige Fälle nicht bekannt geworden sind. Hingegen sind Hängeblätter, d. h. einzelnstehende junge, vertikal herabhängende junge Blätter an aufrechten Zweigspitzen, in den heißen Ländern bei Bäumen aus den verschiedensten Familien der Angiospermen keine seltenen Vorkommnisse. Stahl zählt als Beipiele auf: *Monstera deliciosa, Theobroma Cacao, Durio zibethinus, Quercus glaberrima, Acer laurifolium.* Als schönes Beispiel darf ich noch die als Ziergewächs häufig angepflanzte *Mesua ferrea* L. aus der Familie der Guttiferen erwähnen, deren schlaff herabhängende junge Blätter in der Sonne rot gefärbt sind, während sie im Schatten eine bleich-gelbgrüne Farbe besitzen. Über die Mechanik der Entwicklung der Hängezweige ist noch sehr

[1] A. F. W. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898, p. 356 ff.

wenig sicheres bekannt, so daß ich gelegentlich meines mehrwöchentlichen Aufenthaltes in Peradeniya bei Kandy auf Ceylon mich entschloß, die einschlägigen Fragen einem erneuten experimentellen Studium zu unterwerfen. Meine Studienobjekte waren hauptsächlich vier Bäume aus der Gruppe der Amherstieen: die *Amherstia nobilis* selbst, ferner *Humboldtia laurifolia,* dann *Brownea grandiceps* und *Saraca indica.* Alle diese Bäume finden sich in dem herrlich gelegenen Garten von Peradeniya in zahlreichen prächtigen Exemplaren reichlich vertreten, so daß die Bearbeitung der zu untersuchenden Fragen nach Wunsch in Angriff genommen werden konnte.

Herrn Direktor J. Willis, welcher mir die Arbeitsmittel des wohleingerichteten Laboratoriums der Royal Botanic Gardens of Peradeniya in liberalster Weise zur Verfügung stellte und mich während meines Aufenthaltes in Ceylon in jeder Weise mit Rat und Tat unterstützte, sage ich meinen herzlichsten Dank. Herrn Dr. T. Petch, dem Mykologen der Anstalten von Peradeniya, sowie Herrn H. F. Mac Millan, dem Kurator der Peradeniya Gardens, bin ich für manchen Rat und manche Hilfeleistung gleichfalls dankbar verpflichtet.

Die Ausarbeitung der Versuchsergebnisse sowie die Ausführung der meisten anatomischen Untersuchungen konnte ich erst nach meiner Rückkunft nach Europa in Angriff nehmen. Bei diesen Untersuchungen sowie bei der Anfertigung der Zeichnungen hat mir Fräulein Kate Mackenzie wertvolle Hilfe geleistet, wofür ich ihr meinen herzlichen Dank sage.

Schließlich ergreife ich hier die Gelegenheit, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien für die Verleihung des Stipendiums zum Besuche des Botanischen Gartens zu Buitenzorg im Jahre 1907 meinen ergebenen Dank öffentlich auszusprechen.

Nach den Angaben von F. W. Schimper, die das bis dahin bekannt Gewordene zusammenfassen, ist das vertikale Herabhängen der jungen Sprosse von *Amherstia* lediglich durch fehlenden Turgor, bei den Hängeblättern gleichzeitig durch aktive Krümmung der Blattpolster bedingt. Die herabhängenden

Blätter erhalten nach Schimper ihre definitive Differenzierung erst, nachdem sie ihr Flächenwachstum abgeschlossen haben. Dann tritt das Chlorophyll in den bisher farblosen und kleinen Chromatophoren auf, während sich das anfangs homogene Mesophyll in Palisaden- und Schwammparenchym differenziert und seine zarten Wände verstärkt. Diese Vorgänge werden nun von dem allmählichen Eintritt der Turgeszenz und Gewebespannung begleitet.

Über die Mechanik der Blattentfaltung ist eigentlich nichts bekannt und dann bedürfen die öfters wiederkehrenden Angaben über »Mangel an Turgor« etc. in den jugendlichen Blättern einer näheren Begründung. Es sei aber gleich hier hervorgehoben, daß nach meinen Erfahrungen von einem turgorlosen Zustand bei den jungen *Amherstia*-Blättern nicht die Rede sein kann.

I. Amherstia nobilis Wallr.

Diese im ganzen tropischen Asien beliebte Zierpflanze ist angeblich in Malacca und Tenasserim heimisch. In Burmah wird sie besonders in den Gärten um die Pagoden gepflanzt. Nach Ceylon wurde sie 1860 eingeführt. Es ist mir nicht bekannt, ob der Namen des schönen Baumes mit dem am Golfe von Martaban unweit von Rangoon gelegenen Orte Amherst südlich von dem tempelberühmten Maulmain in Verbindung zu bringen ist oder ob er direkt von dem englischen Familiennamen abzuleiten ist. *Amherstia nobilis* ist bei uns leider nicht in Gewächshauskultur vorhanden und die Samen scheinenn icht in keimfähigem Zustande nach Europa transportierbar zu sein. Der Wuchs des Baumes ist mäßig hoch mit schattiger, etwas hängender Krone. Ein hübsches freistehend entwickeltes Exemplar befindet sich in unmittelbarer Nähe des Laboratoriumsgebäudes von Peradeniya. Sehr auffallend sind die jungen Triebe, welche etwa $^1/_2$ *m* lang schlaff herabhängen und bleichgrüne Farbe besitzen. Diese hängenden Gebilde bestehen aus einigen ziemlich entwickelten Internodien und den bis 20 *cm* langen gefiederten Blättern. Die Blätter decken sich dicht und formieren so das zylindrisch-spindelförmige Hängegebilde. Das Wachstum der jungen Blätter ist so gut wie abgeschlossen, wenn die Auf-

richtung der Blätter in ihre definitive Stellung beginnt. Man erkennt leicht, daß dieses Aufrichten in den primären Blattknoten an der Basis der Hauptspindel der paarig einfach gefiederten Blätter erfolgt. Die Fiedern hängen dann zunächst noch immer herab. Sie beginnen nun in den Fiederblattpolstern die Aufwärtsbewegung einzuleiten. Zunächst ist diese Krümmungsbewegung als nyktitropische zu bezeichnen, indem die Fiedern deutlich eine herabgeschlagene Nachtstellung und eine mehr horizontale Tagstellung aufweisen. Doch diese periodische Auf- und Abkrümmung findet bald ein Ende und die Fiedern bleiben nun in mäßig gegen die Horizontalebene geneigter Lage fixiert.

Die Aufrichtung der herabhängenden jungen Blätter erfolgt also wesentlich im primären Blattgelenke. Die Ergebnisse meiner Beobachtungen und Versuche ließen keinen Zweifel darüber, daß es sich hierbei um Wachstumskrümmungen in den Knoten handelt, welche schließlich nach Aufhören des Wachstums fixiert werden. Krümmungen durch Turgorvariation, wie sie allgemein bei unseren einheimischen Leguminosen vorkommen, sind hier sicher ausgeschlossen. Um den Fortgang der Krümmung in den Knoten der unversehrten Pflanze kontrollieren zu können, wurden am 18. Oktober an dem *Amherstia*-Baume in der Nähe des Laboratoriums von Peradeniya eine Anzahl von primären Blattknoten vor ihrer Aufkrümmung auf der Ober- und Unterseite mit Tuschemarken versehen, in 5 *mm* Distanz. Die Knoten haben bereits in diesem Stadium eine beträchtliche Größe und sind etwa 30 *mm* lang. Am 26. Oktober, also nach 8 Tagen, zeigten die Messungen folgende Distanzen der Tuschemarken:

a) Knoten, welche zu Beginn des Versuches nach dem Grade ihrer Entwicklung kurz vor dem Beginne der normalen geotropischen Aufkrümmung standen:

1. Konkavseite auf einer Strecke von 20 *mm* um 2 *mm* kürzer als die Konvexseite;
2. gerader Knoten, beiderseits um 1 *mm* verlängert;
3. gekrümmter Knoten, 1 *mm* Verlängerung, respektive Verkürzung auf den gekrümmten Flanken;
4. Krümmung: 2 *mm* Differenz oben und unten;
5. dasselbe;

6. der Knoten eines Blattes, von dem zu Beginn des Versuches die Spreite knapp oberhalb des ersten Fiederpaares, von unten her gerechnet, amputiert worden war. Der Blattknoten hatte sich trotzdem rechtwinkelig aufgekrümmt und zeigte 1 *mm* Längendifferenz in der markierten Strecke oben und unten;
7. weitere drei ältere Blattknoten. Auch hier geotropische Krümmung und 2 *mm* Längendifferenz der markierten Strecke oben und unten.

b) Ganz junge Knoten.

Keiner derselben zeigte eine Verlängerung der markierten Strecke oder eine Krümmung.

Die gemessene Verlängerung oder Verkürzung ließ sich in keinem Falle durch Einlegen der gekrümmten Blattknoten in Kalisalpeterlösung rückgängig machen. Die erwähnten Versuche zeigen auch, daß die Entfernung der Spreite die Aufkrümmung des Knotens nicht hindert. Augenscheinlich ist der Knoten also der Sitz der geotropischen Reizperzeption und er ist unter allen Verhältnissen aktiv geotropisch und vollführt eine Wachstumskrümmung.

Alle diese Verhältnisse der Krümmungsmechanik bei den Pulvini von *Amherstia* erinnern viel mehr an die Krümmungsvorgänge, welche wir von den Halmknoten der Gräser kennen, als an die Krümmungsmechanik in den Knoten der Leguminosen, soweit dieselben bisher studiert worden sind. Deshalb war es für mich auch von Interesse, das Verhalten der *Amherstia*-Blattknoten auf dem Klinostaten zu prüfen. Elfving[1] hat bekanntlich nachgewiesen, daß Grasknoten bei der Rotation um die horizontale Klinostatenachse ihr Längenwachstum fortsetzen, selbst wenn sie im intakten Halm vor Beginn des Versuches keine Spur von Längenwachstum mehr gezeigt hatten. Andererseits habe ich vor längerer Zeit nachgewiesen, daß geotropisch gekrümmte Grasknoten auf dem Klinostaten rotierend die Längendifferenz auf beiden gekrümmten Flanken durch Autotropismus wieder vollständig ausgleichen, so daß

[1] Elfving, Verhalten der Grasknoten am Klinostat, Oefversigt af Finska Vet. Soc. Förhandlingar, Bd. 26 (1884), p. 107.

durch eine Wachstumsreaktion eine vollkommene Geradestreckung des Knotens erfolgt.[1]

Drei Zweige von *Amherstia* mit verschieden stark geotropisch gekrümmten Blattknoten wurden am 18. Oktober mittags auf dem Klinostaten um die horizontale Achse in langsame Umdrehung versetzt. Konvex- und Konkavseite der Knoten war zuvor mit Tuschemarken in 5 *mm* Distanz versehen worden. Nach drei Tagen zeigten die Zweige in der Laboratoriumsluft trotz aller Vorkehrungen gegen die Gefahr des Austrocknens Beginn des Welkens und der Versuch mußte abgestellt werden. Bei allen drei Zweigen zeigten die Blattknoten eine Verkürzung der konvexen Flanke um 2 *mm*, während sich die konkave Seite um den gleichen Betrag verlängert hatte. Die Entstehung von Falten auf der Konvexseite zeigte an, daß von einer tatsächlichen Verkürzung wohl nicht die Rede sein kann, sondern vielmehr eine Kompression dieser einen Flanke durch das Voraneilen der Gegenflanke im Wachstum stattgefunden hatte. Wir haben es hier entschieden mit einer ausgleichenden autotropischen Reaktion zu tun, ebenso wie bei den Grasknoten, die in einem einseitig beschleunigten Wachstum besteht.

Bei der Fixierung der geotropischen Wachstumskrümmung der primären Blattgelenke von *Amherstia* spielt die definitive Ausbildung des zentralen Leitbündelzylinders die Hauptrolle. Die Ausbildung von Bastfasern kommt nicht so sehr in Betracht als die starke Zunahme der Libriformfasern im Xylem. Auch in den völlig ausgewachsenen und verholzten Knoten ist nur ein relativ dünner Ring von Bastfasern als mechanische Scheide um den zentralen Leitbündelkörper gelegt. Wenn die Knoten völlige Ausbildung ihrer Leitbündelelemente erreicht haben, ist ihre Biegungsfestigkeit eine relativ hohe. Bei einem Gesamtradius von 5 *mm* des kreisförmigen Querschnittes, wovon etwa 3 *mm* auf die breite parenchymatische Rinde entfallen, ist eine Belastung des an einem Ende fixierten Knotens mit 2000 *g* nötig, um den Krümmungswinkel meßbar zu vergrößern. Bei einer geringfügigen Mehrbelastung ist die Festigkeitsgrenze

[1] F. Czapek, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XXVII, p. 326 (1895).

erreicht und der Knoten bricht durch. Die Länge des wirksamen Hebelarmes betrug in diesen Versuchen 10 bis 15 *mm*.

Nach unseren Feststellungen ist also die geotropische Aktion der *Amherstia*-Blattknoten auf ein bestimmtes Entwicklungsstadium beschränkt. Es scheint aber auch die Tätigkeit des Längenwachstums nicht ununterbrochen vom Beginn der Entwicklung an bis zur völligen Ausbildung der Gewebe kontinuierlich dieselbe zu sein. Wenigstens konnte ich an jugendlichen Blattknoten, deren Blätter noch längere Zeit in der Hängelage verharrten, keine meßbare Verlängerung konstatieren, während einige Zeit später deutliches Längenwachstum und geotropische Krümmung an denselben auftrat. Nochmals sei hervorgehoben, daß die Entfernung der Blattspreite an der Krümmungstätigkeit allem Anschein nach auch an dem Längenwachstum der Knoten keine Änderung hervorzurufen imstande war. Das Perzeptionsorgan für den geotropischen Reiz ist also offenbar der Knoten selbst und wir haben hier keine Trennung der motorischen und perzipierenden Zone vor uns.

Um die Übersicht über die Entwicklung des *Amherstia*-Blattes zu erleichtern, habe ich vier Hauptstadien ausgewählt, welche durch folgende Merkmale charakterisiert sind:

Stadium I: Die Fiederblättchen sind über der Mitte der Oberseite zusammengeklappt, die Unterseite nach außen wendend, etwa 43 *mm* lang, seidig behaart, blaßgrün, Internodien noch unentwickelt.

Stadium II: Die Fiederblättchen sind schon geöffnet, rot gefärbt, mit grüner Spitze, aus saftigem Gewebe bestehend. Länge der Fiedern 155 *mm*, Oberseite wie bereift. Die Hauptspindel hängt vertikal herab.

Stadium III: Die Fiederblättchen flach offen, braungrün gefärbt, mit grüner saftiger Spitze. Länge der Fiedern 275 *mm*. Die Internodien so lang wie in Stadium II, etwa 75 *mm* messend.

Stadium IV. Blätter offen, braungrün, mit grüner Spitze, welche abzutrocknen beginnt, 270 bis 285 *mm* lang. Internodienlänge 80 *mm*.

Die primären Blattknoten beginnen ihre Aufwärtskrümmung, bevor Stadium III vollständig erreicht ist. Wir

sehen da die Internodien fast ausgewachsen, auch die Fiederblättchen völlig erwachsen, nur noch nicht von der lederigen dunkelgrünen Beschaffenheit, wie sie den alten Blättern zukommt. Nachdem die Krümmung in den Knoten vollzogen ist, erreicht der zentrale Leitbündelkörper derselben seinen definitiven Gehalt an Libriformfasern, welche hier als festigendes Element wirken. Auch in alten Knoten sind Bastfasern nur in einem dünnen Ring ausgebildet und nehmen bis zur Fixierung der Krümmung an Masse nicht nennenswert zu. Die als mechanische Elemente hauptsächlich in Betracht kommenden Libriformfasern haben ziemlich dicke Wände mit schräggestellten Spalttüpfeln.

Auf der Konkavseite der gekrümmten Knoten sind zahlreiche Querfalten, welche nach den mikroskopischen Befunden bis 0·2 *mm* tief einspringen, ausgebildet. Die konvexe Gegenflanke ist hingegen ganz flachgestreckt. In den Epidermiszellen ist auf beiden Seiten wenig Unterschied zu bemerken; doch sind dieselben auf der Konkavseite deutlich höher als breit, auf der Konvexseite etwa von quadratischem Durchschnitte. Die Zellen des Rindenparenchyms weisen, auf Längsschnitten besichtigt, namhafte Differenzen in ihren Dimensionen auf. Auf der Konkavseite ist die radiale Dimension dieser Zellen 40 bis 50 Mikren, die tangentiale Dimension 20 Mikren. Auf der Konvexseite hingegen beträgt die radiale Ausdehnung der Rindenzellen 80 bis 90 Mikren, die tangentiale Dimension ebensoviel. Auch sind die Zellen der Rinde auf der Konvexflanke viel dünnwandiger. Die gegebenen Zahlen beziehen sich auf ältere Knoten. Junge Blattknoten gaben mir bei den Messungen der Zellgröße auf Konvex- und Konkavseite folgende Resultate: auf der Konkavseite die radiale Dimension 30 Mikren, die tangentiale ebensoviel; auf der Konvexseite die radiale Dimension 50 bis 60 Mikren und die tangentiale ebensoviel. Hier war vor allen Dingen demnach die tangentiale Kompression auf der Konkavseite noch nicht ausgeprägt und dann waren die Maßunterschiede auf Konkav- und Konvexseite überhaupt geringer.

Im Rindenparenchym sind Gruppen von Zellen verteilt, welche große Krystalle von Calciumoxalat enthalten. Wenigstens geben diese Krystalle bei Behandlung mit Schwefelsäure reich-

lich die bekannten Gipsnadeln und sind in Salzsäure löslich, in Essigsäure aber unlöslich. In jungen Knoten sind diese Krystalle noch sehr klein. Es machte mir den Eindruck, als ob diese Krystallzellgruppen als mechanische Elemente zur Festigung des Blattknotenparenchyms in Betracht kommen würden. Diese Auffassung scheint mir wenigstens nach den übereinstimmenden Resultaten bei allen meinen Untersuchungsobjekten die plausibelste hinsichtlich der Bedeutung der Krystallzellen zu sein.

Besondere Versuche wurden angestellt, um zu erweisen, ob die jungen Blattstiele wirklich, wie von mehreren Seiten behauptet wurde, ihr schlaffes Herabhängen einem turgorlosen Zustand verdanken.

Es wurden Abschnitte der Hauptspindel ganz junger Blätter zwischen je zwei Fiederpaaren in verschiedenen Altersstadien der Organe herausgeschnitten, sofort genau gemessen und sodann in verschieden konzentrierte Kalisalpeterlösungen gelegt. Nach hinreichend langen Zwischenräumen wurden die Messungen wiederholt, um zu sehen, ob nach Aufhebung des etwa vorhandenen Turgors eine meßbare Verkürzung eingetreten wäre, wie dieselbe bei saftigen Blütenstielen bei Anwendung der gleichen Methode leicht nachweisbar ist. Die vergleichenden Versuche an Schnitten ergaben, daß bei den Zellen im Blattstiele von *Amherstia* die Plasmolyse meist bei 3% Kalisalpeter erfolgt.

Schon die oberflächliche Untersuchung der herausgeschnittenen Abschnitte der Blattstiele zeigte, daß von einem schlaffen turgorlosen Zustande nicht gesprochen werden kann. Es haben vielmehr diese Stiele die normale steife Beschaffenheit von turgeszenten Pflanzenteilen und gleichen nicht im mindesten Organen, welche durch Welken oder Salzwirkung eine Herabsetzung ihres Turgors erfahren haben. Die plasmolytische Untersuchung erwies ferner, daß der Turgor in den parenchymatischen Rindenzellen der Blattstiele etwa den osmotischen Wert einer 3% Salpeterlösung besitzt. Von einem turgorlosen Zustande kann demnach nicht die Rede sein.

Eine Verkürzung der Blattstielstücke in Salpeterlösung konnte jedoch nicht festgestellt werden. Offenbar setzt der

Leitbündelzylinder der Verkürzung frühzeitig einen ansehnlichen Widerstand entgegen, wie es bei Blütenstielen gleichfalls oft vorkommt.

Die nachstehenden Tabellen geben eine Übersicht über die Ergebnisse der erwähnten Messungen.

	$2^1/_2\%$	3%	$3^1/_2\%$	4%	
	Kalisalpeter				
Stadium I	18	17	16·5	18·5	*mm* lang
II	55	57·5	55	51·5	
III	50	48	49·5	48	
IV	42	42	43	44	
Nach 5 Stunden:					
Stadium I	18·5	17·5	17·0	19·5	*mm* lang
II	54	57·5	56	51	
III	50	47·5	48·5	47·5	
IV	41·5	41·5	43	44	
Nach 24 Stunden:					
Stadium I	19	20[1]	17·5	19	*mm* lang
II	55	57·5	56	51	
III	50	47	48·5	47	
IV	41·5	41	43	43·5	

Im ersten Stadium waren die Bastfasern und die Xylemteile noch ziemlich wenig entwickelt, trotzdem ist eine Verkürzung der Blattstiele auch in diesem Stadium nicht recht nachzuweisen.

Die sekundären Pulvini führen nach der Aufrichtung der Hauptspindel noch eine kurze Zeit lang nyktitropische Bewegungen aus und verholzen dann stark im Xylem. Sie bleiben nun in einer schrägen Lage fixiert stehen, wobei sich der Winkel ihrer Neigungslage nach dem Grade der Belichtung richtet, den das betreffende Blatt genießt.

Wenn wir unsere Erfahrungen über die Bewegungsmechanik der *Amherstia*-Blätter zusammenfassen, so müssen wir sagen, daß das Herabhängen der jungen Internodien und Blattstiele bloß durch die plastische unelastische Beschaffenheit dieser Organe im jugendlichen Zustande bedingt ist und ein

[1] Wohl ein Versuchsfehler im Spiel.

Ende findet, sobald mit der Ausbildung der biegungsfesten Elemente die plastische Beschaffenheit ihrer Gewebe aufhört. Ohne Frage haben sich diese Verhältnisse als Anpassung erhalten, da die schlaffe vertikale Hängelage sowohl für die freie Enfaltung der jungen Organe als auch für die Vermeidung intensiver Belichtung der jungen, noch nicht ergrünten Blätter von erhaltendem und günstigem Einflusse war.

Im Gegensatze zu den vielen einheimischen und tropischen Formen der Leguminosen, welche ihren Bewegungsmechanismus in den Blattknoten als Turgorvariation ausgebildet haben, haben wir es bei den Bewegungen in den Blattknoten von *Amherstia* und, wie wir sehen werden, auch ihrer Verwandten, mit Wachstumskrümmungen zu tun, die natürlich nur so lange möglich sind, als der Knoten wachstumsfähig ist. Die Bewegungsfähigkeit findet ihr Ende in der fortschreitenden Verholzung des zentralen Leitbündelstranges.

Es mögen noch einige Beobachtungen zur physiologischen Anatomie der Laubblätter von *Amherstia* während ihrer Entwicklung hier ihren Platz finden. Wenn sich die Fiederblättchen in jenem Entwicklungsstadium befinden, welches wir oben als Stadium I bezeichnet haben, so sind sie blaßgrün gefärbt, etwa 4·3 *cm* lang, mit einer lang vorgezogenen, 10 *mm* messenden Spitze, mit der Oberseite zusammengefaltet. Versucht man das Blatt auseinanderzunehmen und auszubreiten, so nimmt man wahr, daß die beiden mit ihrer Oberseite aufeinandergelegten Blatthälften daselbst wie verklebt sind. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß dieses Aneinanderhaften durch einzellige plasmareiche, saftige Haare vermittelt wird. Diese Härchen sind hakenförmig gekrümmt und bedingen so die innige Verbindung der beiden Blattflächen. Später trocknen diese Haare ab und es wird die Verbindung der einander zugekehrten Blattflächen gelöst. In Stadium I ist das Palisadenparenchym noch nicht ausgebildet. Die Epidermis der Blattunterseite zeigt stark papillöse Beschaffenheit. Die Spaltöffnungen sind bereits fertig ausgebildet. Die Struktur der langen Blattspitze unterscheidet sich nicht wesentlich von dem anatomischen Bau der übrigen Teile des jungen Blattes.

Wenn das Stadium II erreicht ist, so sind die Blattfiedern bereits 15·5 *cm* lang, ihre Oberseite liegt nun geöffnet da und das Blatt ist flach ausgebreitet. Die Farbe der Blätter ist rot, mit Ausnahme der Spitze, welche grün gefärbt ist und saftige Beschaffenheit hat. Oberseits erscheinen die Blätter wie bereift. Die grüne Spitze ist nun 2 *cm* lang, ist somit relativ viel weniger in die Länge gewachsen als die übrigen Teile der Spreite. In diesem Stadium sind alle Blattgewebe fertig ausgebildet. Es fällt die stark papillöse Entwicklung der Epidermis der Blattunterseite auf, die Spaltöffnungen sind deutlich eingesenkt. Die papillösen Epidermiszellen sind öfters ziemlich isoliert in ihrem oberen Teile, so daß sie wie kleine Härchen aussehen. Außerdem gibt es ein- und mehrzellige Haare auf beiden Blattseiten, welche zum Teil in Abtrocknung begriffen sind. Im dritten Stadium unserer Entwicklungsskala beträgt die Länge der Blattfiedern 27 bis 28 *cm*, die Oberseite liegt offen, ist braungrün gefärbt. Die Blattspitze ist grün, 2 *cm* lang und beginnt nun einzutrocknen.

Im vierten Entwicklungsstadium beträgt die Blattlänge der Fiedern bis 28·5 *cm*. Die Blätter sind grün und lederig. Die grüne 2 *cm* lange Spitze trocknet ab.

Im allgemeinen hat die Träufelspitze der *Amherstia*-Blätter immer einen mehr jugendlichen Charakter in der Ausbildung ihrer Gewebe und sie entwickelt auch ihr assimilatorisches Parenchym etwas später als die übrigen Teile der Spreite. Die Spaltöffnungen sind an der Träufelspitze normal ausgebildet. Es ist mir aber nicht sicher, ob sie auch immer vollkommen funktionieren. Die Epidermispapillen sind auf der Unterseite der Träufelspitze deutlich, während sie bei älteren Blättern sonst an den übrigen Blattpartien weniger markiert sind. Wenn auch bei jugendlichen Blättern die lang vorgezogene Spitze der allein grün gefärbte Teil ist, so glaube ich doch nicht, daß man hier von einer typischen Vorläuferspitze im Sinne Raciborski's[1] sprechen kann. Das Voraneilen der assimilatorischen Funktion in der Spitze scheint mir hier nicht deutlich ausgesprochen zu sein. Ich bin geneigt, die Blatt-

[1] M. Raciborski, Flora, Bd. 87, p. 1 (1900).

spitzen von *Amherstia* als Träufelspitzen im Sinne Stahl's anzusehen.

II. Humboldtia laurifolia Vahl.

Diese auch unter dem Gattungsnamen *Batschia* Vahl. beschriebene Pflanze ist das Mitglied einer kleinen über das tropische Asien verbreiteten, aus vier Arten bestehenden Gattung. Unsere Art ist in Südindien und in Ceylon einheimisch. Es handelt sich um einen kleinen Baum, mit lederartigen, einfach gefiederten Blättern, die in ihrer Jugend durch ihre herabhängende Lage und durch ihre weißgrüne Farbe ein sehr auffälliges Aussehen haben. Den Besuchern von Buitenzorg wird die *Humboldtia* durch das direkt neben dem Fremdenlaboratorium angepflanzte Exemplar, welches den prächtigen Farbenwechsel seines Laubes den Vorübergehenden auf das auffallendste vordemonstriert, in besonders deutlicher Erinnerung sein. *Humboldtia* ist mit *Amherstia* systematisch nahe verwandt, doch sind ihre Blüten klein und unansehnlich. Hier findet nun die Blattentwicklung nach einem ganz anderen Typus statt als bei *Amherstia*. Während die Blätter schlaff und bleich herabhängen, strecken sich die Internodien noch nicht, sondern der junge Zweig bleibt während der Blattentfaltung ganz kurz. Es entsteht so ein flaches, dorsiventral gebautes Blattbüschel, welches als eine Art von Mittelding zwischen Knospen und dem Falle von *Amherstia* gedeutet werden kann. Der Aufbau der blütentragenden Zweige ist übrigens sympodial, indem die Achsen wiederholt mit den Blütenständen endigend sich durch die Achseltriebe erneuern.

Das Aufrichten der anfangs senkrecht herabhängenden jungen Blätter geschieht hier nicht in den Hauptknoten. Die primären Knoten verholzen bei *Humboldtia* bald und werden unbeweglich. Es wird die Einstellung der Blattfiedern in ihre definitive Lichtlage hier vielmehr durch die geotropischen Bewegungen der sekundären Knoten an der Basis jeder einzelnen Fieder besorgt. Zweifellos ist es auch da so wie bei *Amherstia* Längenwachstum der Knoten und nicht eine Variationsbewegung der Pulvini, welches die geotropische Reaktion bildet. Man sieht auch hier die Faltungen an der

Konkavseite der Knoten, sobald die Krümmung durch hinreichende Verholzung des Leitbündelzylinders fixiert ist.

Der anatomische Bau der primären und sekundären Blattknoten von *Humboldtia* ist dem Bau der *Amherstia*-Knoten sehr ähnlich. In dem mäßig ausgebildeten Rindenparenchym sind auch hier jene Gruppen von krystallführenden Zellen zugegen, welche wir als eine Art mechanischer Einrichtung aufgefaßt haben. Dieselben Gruppen krystallführender Zellen kommen übrigens auch im Marke älterer Blattstiele vor. In jüngeren Stadien untersucht, erscheinen diese Zellen größer als die anderen Rindenparenchymzellen, hyalin, und führen noch keine Krystalle. In der Rinde jugendlicher Blattknoten enthalten die Zellen reichlich Stärke, welche in den alten Rindenzellen völlig geschwunden ist. Gerbstoffartige Inhaltsmassen finden sich in den Zellen in allen Entwicklungsstadien des Blattknotens. Das Rindenparenchym grenzt sich durch eine dünne krystallführende Schichte gegen die mechanische Scheide des zentralen Leitbündelzylinders ab.

Die merkwürdigen von Ameisen bewohnten Internodialhöhlen unserer Pflanze hat zuerst F. O. Bower[1] nach Beobachtungen an der lebenden Pflanze in Peradeniya beschrieben. Ich habe diesen Ausführungen wenig hinzuzufügen und beschränke mich darauf, den meiner Arbeit beigegebenen Abbildungen einige Erläuterungen beizugeben. Wenn Bower sagt: »I am inclined to think that in *Humboldtia* the plant offers fortuitous hospitality, which is eagerly accepted by the ants«, so stimmt dies auch mit meiner eigenen Meinung über die »Myrmekophilie« dieser Pflanze überein. In den tropischen Klimaten wird eben jedes halbwegs dazu geeignete Versteck von den zahlreich vorhandenen Ameisen bewohnt, ohne daß in jedem Falle von »Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen« gesprochen werden muß. Die von mehreren Forschern sogar den klassischen Fällen von Myrmekophilie gegenüber gezeigte Skepsis beweist zum mindesten,

[1] F. O. Bower, Philosoph. Society of Glasgow, March 30th 1887. Ich bin Prof. Bower zu vielem Danke für die freundliche Zusendung seiner Arbeit verpflichtet. An leicht zugänglicher Stelle findet sich ein gutes Referat über diese Studie in Taubert's Bearbeitung der Leguminosen in Engler-Prantl, Pflanzenfamilien, III, 3, p. 143.

daß man nun bestrebt ist, möglichst viel Kritik in derartigen Fragen zu entwickeln. Schimper[1] fand in Buitenzorg ganz ameisenfreie Exemplare von *Humboldtia*. Auch ich suchte sowohl in Peradeniya als auch in Buitenzorg bei manchen Exemplaren der Pflanze vergebens nach Ameisen.

Die Höhlung in den langgestreckt spindelförmigen Internodien der blühenden Zweige entsteht schizogen. Jüngere Stadien zeigen ein solides Mark, aus stärkeführenden kugeligen Zellen bestehend. Dann bildet sich, etwa acht Zellreihen vom Xylem zentralwärts entfernt, im Mark ein Ring von sklerenchymatischen flachen, tangential gestreckten Markzellen aus, welcher eine peripherische und eine zentrale Markregion sondert. Nun beginnt das Zentrum des Markes die Höhlung auszubilden. Gleichzeitig nehmen auch die Zellen des peripherischen Anteils des Markes nach und nach sklerenchymatischen Charakter an, indem sich ihre Wand verdickt und der aus Stärke und Protoplasma bestehende Inhalt schwindet. Die an die Markhöhle direkt angrenzenden zentralen Markzellen verdicken ihre Wand nur wenig und bilden darin nur wenig Poren aus. Das Aufspringen der Höhlenwandung des Internodiums an einer kleinen, dem apikalen Ende des Internodiums genäherten Stelle geschieht, wie Bower hervorgehoben hat, jedenfalls ohne eine Mitwirkung von Ameisen. Alle Momente sprechen dafür, daß Spannungsverhältnisse der Gewebe die Entstehung des kleinen mit unregelmäßigen Rändern versehenen Schlitzes bedingen. Durch diese Ruptur erhalten die Ameisen Zutritt zu der Markhöhle und sie finden möglicherweise daselbst auch Nahrung, indem an den Enden der Höhlung die Zellen noch genug Stärkekörner enthalten.

Interesse bietet ferner das Studium der Blattentwicklung und der Struktur der ausgebildeten Blätter von *Humboldtia*. Die erwachsenen Blätter sind dunkelgrün, von lederartiger Textur, paarig gefiedert. Die lanzettlichen ganzrandigen Fiedern sind etwa 9 *cm* lang, mit einer 1 *cm* langen vorgezogenen Spitze, welche als »Träufelspitze« bezeichnet werden kann. Das Mesophyll führt ein einreihiges Palisadenparenchym. Die

[1] F. W. Schimper, Pflanzengeographie, p. 160.

Epidermis der Unterseite ist nicht im mindesten papillös ausgebildet. Auf beiden Blattseiten sind die Epidermiszellen dickwandig und man konstatiert das Vorkommen zerstreut stehender einzelliger dickwandiger Haare. Die Spaltöffnungs-Schließzellen sind unter das Niveau der Epidermis eingesenkt. Die Träufelspitze weist kaum irgendwelche Differenzen im Bau gegenüber den anderen Teilen der Spreite auf. Ihre Palisadenzellen enthalten jedoch nicht so viele Chloroplasten wie das Palisadengewebe in den übrigen Partien des Blattes. Die Palisadenzellen werden, wie schon Haberlandt[1] hervorhob, während des hängenden Stadiums der Blätter ausgebildet. Solange die Blätter bleich gefärbt sind, enthalten die Palisadenzellen nur sehr wenige Chloroplasten, welche sich dann durch Teilung rasch vermehren. Doch habe ich gefunden, daß die jungen Blätter bereits weit entfaltet sind, wenn die Ausbildung des Palisadenparenchyms beginnt.

Nicht weit von der Spitze entfernt lassen die Blätter von *Humboldtia* schon in früher Jugend ein Paar leuchtend rotgefärbter, 1 *mm* im Durchmesser haltender Stellen erkennen, die als knöpfchenartige Verdickungen dem Gefühle wahrnehmbar sind. An der Blattbasis findet sich, meist nur auf einer Seite ausgebildet, ein gleiches Körperchen. Hier und da weisen die Blätter auch innerhalb der Mitte der Spreite solche rote verdickte Stellen auf, ohne daß dies regelmäßige Befunde genannt werden können. Offenbar sind dies dieselben Gebilde, welche Bower im Sinne hat, wenn er von »Glands of considerable size and dark colour« spricht. Auch Schimper's Erwähnung von zahlreichen schön roten Nektarien an den Blättern und Nebenblättern von *Humboldtia* beziehen sich auf diese Organe. Die großen Nebenblätter führen mehrere der in Rede stehenden Gebilde sowohl auf dem stark entwickelten Öhrchen derselben als auf der Fläche der eigentlichen Stipula. Es liegt nahe, daran zu denken, daß wir es hier mit extrafloralen Nektarien zu tun haben, welche mit der Myrmekophilie der Pflanze in Zusammenhang stehen. Daran scheint auch Schimper in erster Linie gedacht zu haben. Ich konnte jedoch bei der lebenden Pflanze an den er-

[1] Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl., p. 31 (1904).

wähnten roten Körperchen keine richtige Sekretion feststellen und es scheinen die Ameisen nach meinen Beobachtungen auch die fraglichen »Nektarien« nicht aufzusuchen.

Mikroskopisch bieten die in Rede stehenden Organe ein eigentümliches und sehr charakteristisches Bild dar. Flächenschnitte zeigen, daß jedes der Knötchen auf der Blattunterseite eine kreisrunde, zentral gelegene Öffnung besitzt. Gleichzeitig bemerken wir sofort eine Beziehung des Organs zu dem Netz der Blattnerven, indem um das Knötchen herum eine sternförmige Anordnung der Auszweigungen der Blattleitbündel sichtbar ist. Bei stärkerer Vergrößerung konstatiert man die Anwesenheit einer größeren Menge von Wasserspalten in der unmittelbaren Nachbarschaft der zentralen Öffnung, an welche sich in weiterer Distanz die normalen Luftspalten anschließen. Diese Wasserspalten sind weit offen und besitzen einen mehrfachen Ring von Nebenzellen. Vielleicht gehen sie allmählich in Luftspalten über. Letztere haben keine Nebenzellen und sind etwas unter die Oberfläche der Epidermis eingesenkt. Wenn wir den Flächenschnitt durch eine tiefere Schnittebene legen, so treffen wir das Gewebe der Drüse unterhalb der Eingangsöffnung. Dieses Gewebe besteht aus braunen parenchymatischen plasmareichen Zellen, welche im frischen Zustand rotgefärbten Inhalt führen. Ein großer Zellkern ist in jeder dieser Zellen wahrnehmbar. Die randständigen drei Schichten dieses zentralen Gewebekomplexes der Drüse besitzen eine etwas stärkere, dunkelgefärbte Zellwand. Die die Drüse umspinnenden Leitbündel-Auszweigungen endigen wenige Zelllagen entfernt vom beschriebenen zentralen Gewebekomplex der Drüse außerhalb desselben im Parenchym. Die letzten breiten, mit schlitzförmigen Tüpfeln versehenen Tracheiden legen sich mit kurzen Ausbuchtungen an die benachbarten Parenchymzellen an.

Untersucht man Querschnitte durch die fraglichen drüsenartigen Organe, so bietet sich gleichfalls ein charakteristisches Bild dar, welches von den aus Nektarien sonst zu gewinnenden Bildern ganz verschieden ist. Es empfiehlt sich, hier Paraffineinbettung und Mikrotomschnitte anzuwenden, um genügend klare Bilder zu erzielen. Der braungefärbte parenchymatische

Gewebekomplex, welcher den Drüsenkörper bildet, stellt sich nun als eine eirundliche Masse dar, die in das Blattgewebe eingebettet ist. Wir sehen auf der Blattunterseite eine umschriebene tiefe Einsenkung, welche von der Epidermis allenthalben ausgekleidet ist, entsprechend der auf den Flächenschnitten sichtbaren kreisrunden Lücke. Die genaue Untersuchung der Gewebe, welche an diese Einsenkung angrenzen, lehrt, daß keine Unterbrechung der Epidermis irgendwo vorliegt, sondern daß wir auch die den Boden des Grübchens überziehende Zellschichte als Epidermis aufzufassen haben. Wasserspalten im Grunde der grubenartigen Vertiefung aufzufinden gelang mir nicht. Der zentrale Parenchymkomplex ist durch wenige Lagen dickwandigerer Zellen gegen die Gewebe der Umgebung abgegrenzt. In der unmittelbaren Nachbarschaft bemerkt man ferner die hyalinen zarten Stränge der Gefäßbündelendigungen. In manchen Schnitten traf ich unterhalb der Epidermis der Blattoberseite einige schwache Bündel aus mechanischen Elementen bastfaserartiger Natur. Die Epidermis beider Blattseiten ist in der Gegend unserer drüsenartigen Organe von *Humboldtia* meist mindestens an manchen Stellen mehrschichtig.

Nach diesen anatomischen Feststellungen haben wir wohl die in Rede stehenden Organe am besten als eine Art von Epithemdrüsen aufzufassen, welche zur Abscheidung von tropfbarflüssigem Wasser in Beziehung stehen. Mit Zuckersaft abscheidenden Nektarien haben diese Organe sicher nichts zu tun. Unter den Hydathoden repräsentieren die Epithemdrüsen von *Humboldtia* einen anscheinend ganz neuen Typus, welcher von den bei Haberlandt beschriebenen Formen der Wasserdrüsen gänzlich abweicht.

Bei Durchsicht der auf Nektarien bezüglichen Literatur fand ich nur ein einziges Mal Organe beschrieben, die lebhaft an die Epithemdrüsen der *Humboldtia* erinnern. Ich meine die von Correns[1] studierten »extranuptialen Nektarien« von *Dioscorea*. Die von Correns gegebenen Abbildungen erinnerten mich so lebhaft an die bei *Humboldtia* beobachteten

[1] C. E. Correns, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der extranuptialen Nektarien von *Dioscorea*. Diese Sitzungsber., Bd. 97, Abt. I, p. 651 (1888).

Verhältnisse, daß ich verschiedene *Dioscorea*-Arten zur vergleichenden Untersuchung heranzog, um etwaige Beziehungen dieser beiden Arten von Drüsenorganen klarzustellen. Mir stand Material von verschiedenen javanischen *Dioscorea*-Arten zur Verfügung, worunter *D. Koordersii* Prain und *D. pentaphylla* L. genauerer Untersuchung unterzogen wurden. *D. alata* L. und verschiedene unbestimmte wildwachsende *Dioscorea*-Arten aus Ceylon und Java zeigten keine wesentlichen Differenzen, soweit ein gelegentlicher Vergleich Aufschluß gab. Die drüsenartigen Organe von *Dioscorea* sind immer kleiner, oft beträchtlich kleiner als die Drüsen von *Humboldtia*. Sie stehen auch nie an dem Blattrande, sondern stets unregelmäßig und vereinzelt über die Spreitenfläche verteilt. Man entdeckt sie leicht, wenn man die Blätter gegen das Licht hält, und erkennt sie an dem sternförmigen Netz von feinen Blattnerven, welches ihre Umgebung bildet. Diese Verhältnisse erinnern lebhaft an die Epithemdrüsen von *Humboldtia*. So fordert auch die Untersuchung der Flächen- und Querschnitte sehr zum Vergleiche mit *Humboldtia* heraus. Alle wesentlichen Struktureigentümlichkeiten kehren wieder. Die kreisförmige Lücke auf Flächenschnitten im Zentrum der Drüse, die Form des Drüsenkörpers, seine Abgrenzung gegen das übrige Blattgewebe in den Querschnitten: alles das zeigt nur geringfügige Unterschiede von den einschlägigen Befunden bei *Humboldtia*. Doch wollte es mir bei keiner *Dioscorea* gelingen, Wasserspalten auf der Oberfläche der Drüsen einwurfsfrei nachzuweisen. Es finden sich wohl Spaltöffnungen in der unmittelbaren Umgebung auf der Blattunterseite, doch haben diese Organe, soweit ich sie genauer Untersuchung unterworfen habe, immer den Charakter von Luftspalten gezeigt. Ich kann daher den naheliegenden Verdacht, daß auch die Blattdrüsen von *Dioscorea* als Epithemdrüsen aufzufassen seien, nicht über ein gewisses Maß der Möglichkeit erheben. Daß es sich um echte Nektarien handelt, welche wie bei *Humboldtia* so auch bei *Dioscorea* mit der Myrmekophilie in Zusammenhang gebracht worden sind, ist eine Vermutung, welche schon von Correns mit gewisser Skepsis wiedergegeben worden ist. Direkte Beweise liegen wenigstens hierfür nicht vor.

Jedenfalls wird man die Drüsen von *Dioscorea* und *Humboldtia* an den lebenden Pflanzen in ihrer Heimat bezüglich ihrer Funktion einem erneuten Studium zu unterziehen haben, ehe man zu einem abschließenden Urteil gelangen kann. Insbesondere wäre auf die Tropfenabscheidung aus den Drüsen zu achten, welche ich leider weder bei *Humboldtia* noch bei *Dioscorea* während meines Aufenthaltes in den Tropen geprüft habe.

Die Entwicklung der Drüsen von *Dioscorea* hat Correns genau verfolgt und konnte sicherstellen, daß sie aus einer Dermatogenzelle hervorgehen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß auch die Drüsen von *Humboldtia* eine analoge Entwicklungsgeschichte haben, wenn auch ganz junge Entwicklungsstadien von mir nicht untersucht worden sind.

III. Brownea grandiceps Jacq.

Die Gattung *Brownea*, welche auch unter *Hermesias* Löfl. gerechnet wird, ist amerikanischen Ursprungs. Unsere Art stammt aus Venezuela, woselbst sie wegen ihrer schönen rosen- oder rhododendronartigen Blütensträuße den Volksnamen »Rosa del monte« führt. Gegenwärtig wird der Baum in allen Tropenländern häufig als Zierpflanze kultiviert und er ist auch in den Gewächshäusern Europas in Kultur. Es handelt sich um einen mäßig hohen, nach Art der Trauerbäume wachsenden Baum. Die Zweigsysteme sind dorsiventral abgeflacht, im Jugendzustand vertikal abwärts geneigt. Die paarig gefiederten Blätter besitzen lederartige, dunkelgrüne, in eine lange Träufelspitze ausgezogene Fiedern, welche lanzettliche Form und eine glatte glänzende Oberfläche haben. Nahe der Spitze sind hier weder gefärbte Punkte noch irgendwelche Verdickungen wahrzunehmen. Im ausgewachsenen Zustande sind die Fiedern etwa 14 *cm* lang und ihre Träufelspitze ist abgetrocknet.

Die jungen Blätter haben eine ziemlich steife Hauptspindel. Ihre Fiedern sind ganz flach, ohne eine Spur von Faltung in der Mitte. Die Färbung ist in diesen Jugendstadien blaßgrün mit braunrötlicher Scheckung. Die Größenzunahme der Fiedern ist auch hier eine sehr rasche. Schon in diesen jungen Stadien

messen die obersten Blattfiedern 12 *cm* in der Länge. Die untersten Fiedern des Blattes weichen in ihrer Form von den übrigen Fiederpaaren ab, sind breiter und kürzer, von breitlanzettlicher Form, nur $3^1/_2$ *cm* lang, mit einer 1 *cm* langen Träufelspitze. Die Träufelspitze wächst besonders wenig während der Weiterentwicklung der herabhängenden jungen Blätter. An den Fiedern des obersten Paares mißt sie im Jugendstadium 1·5 *cm*, bei alten Blättern 2 *cm*.

Die jungen Blätter besitzen zwei sehr lange grannenartige Nebenblätter, welche bald abgeworfen werden und deshalb in den Beschreibungen der Pflanze, soweit ich feststellen konnte, bisher völlig übersehen worden sind. Aus einer ganz kurzen scheidenförmigen Basis entspringt ein bis 18 *cm* langer fadenförmiger behaarter Fortsatz, welcher vielleicht noch länger sein kann, was sich schwer sicherstellen läßt, weil der grannenartige Teil der Nebenblätter sehr zerbrechlich ist. Die Ränder dieses grannenförmigen Teiles sind eingerollt.

Noch wenn die bleichgefärbten jungen Blätter nahezu ihre volle Größe erlangt haben, sind die jungen Internodien wenig entwickelt. So kommt es, daß die Blätter in großen dichten Büscheln beisammen stehen, welche herabhängen, eine beträchtliche Größe erreichen, abgeflacht sind, eine Licht- und eine Schattenseite unterscheiden lassen und durch ihre grünroten Farbenschattierungen einen prächtigen Anblick gewähren.

Ein Aufrichten der Blätter im primären Knoten kommt hier kaum zustande. Die Hängelage der Hauptspindel der Blätter wird im allgemeinen zeitlebens beibehalten. Die primären Knoten erreichen bei *Brownea* dieselbe beträchtliche Größe wie bei *Amherstia* und zeigen im erwachsenen Zustande Krümmungen verschiedenen Grades, wahrscheinlich geotropischer Natur. Die Fixierung der Krümmung geschieht hier sehr bald. Damit steht wohl auch die frühzeitige Ausbildung von Sklerenchymzellnestern in der Rinde der Knoten im Zusammenhange. Bereits die jungen Knoten enthalten zahlreiche Ballen wohlausgebildeter Sklerenchymzellen in der Rinde zwischen den Rindenparenchymzellen. Später sind diese Sklerenchymzellen fast bis zum Schwinden ihres Lumens verdickt. Außerdem bilden sich in der Umgebung der Steinzellnester zahlreiche

krystallführende Zellen aus. Zerstreute Krystallzellen liegen auch in der peripherischen Rindenregion. Diese krystallführenden Zellen entsprechen vollkommen dem bei *Amherstia* erwähnten Typus und auch die Deutung als mechanische Behelfe wird auf den Fall von *Brownea* übertragbar sein. Die Korkbildung erfolgt an den primären Knoten gleichfalls bald, in relativ frühen Stadien der Entwicklung. Die Fältelung der Konkavseite der gekrümmten Knoten läßt auch hier auf eine Kompression im Verlaufe des ungleich raschen Wachstums an den antagonistischen Flanken schließen.

Durch Ausbildung mechanischer Elemente werden ferner auch die Hauptspindeln der Blätter frühzeitig ausgesteift und die Blätter verharren daher häufig in der abwärtsgerichteten Lage der ersten Entwicklungszeit. Die Bewegungen der Fiedern erfolgen zum größten Teile in den sekundären Fliederknoten, wodurch die Lichtstellung der Spreitenteile erreicht wird. Aber selbst die sekundären Pulvini fixieren bald ihre geotropische Krümmung, bilden mechanische Elemente aus, überziehen sich auf ihrer Oberfläche mit Kork, so daß auch hier nyktitropische Bewegungen nur in der ersten Lebensperiode zu beobachten sind. Von Interesse ist es, daß die Ausbildung der Steinzellen in der Rinde in der Hauptspindel viel früher beendet ist als in den sekundären Knoten, was mit der Erhaltung der Bewegungsfähigkeit in den letzteren zusammenhängt. In den jungen noch nicht ergrünten Blättern sind die Gewebeformationen bereits ausgebildet, nur die Chloroplasten sind erst in geringer Zahl vorhanden. Das Anthokyan ist wohl hier wie in zahlreichen anderen Fällen als eine Schutzfarbe für das junge chlorophyllführende Gewebe aufzufassen. Der anatomische Aufbau ausgewachsener Blätter erinnert an einen bifazialen Blattypus, indem ein palisadenartiges chlorophyllreiches Gewebe auch an die Epidermis der Unterseite angrenzt und ein eigentliches Schwammparenchym fehlt; doch sind die Stomata auf die Blattunterseite beschränkt. Daselbst finden sie sich in sehr großer Zahl, sind relativ klein, etwas unter das Niveau der Außenwand der Epidemiszellen eingesenkt. Die Epidermis der Blattunterseite hat ausgeprägt papillöse Beschaffenheit. In den Leitscheiden der feinsten Nerven fallen, insbesondere zunächst

der Blattoberfläche, Krystallzellen auf. Wasserspalten fand ich zerstreut stehend in der Nähe des Blattrandes auf. Der Blattrand ist durch einen zu ihm parallel laufenden Nerv ausgesteift. Die Anatomie der Träufelspitze bietet nichts Besonderes. Auch an der Träufelspitze finden wir die papillöse Struktur der Epidermis der Blattunterseite.

IV. Saraca indica L.

Diese auch unter dem Gattungsnamen *Jonesia* Roxb. beschriebene Pflanze gehört zu einer durch das tropische Asien verbreiteten Gattung. Die hieher gehörenden Formen stehen einander ziemlich nahe. Unsere Art ist im Garten von Peradeniya ein ziemlich hoher Baum, mit herabgebogenen traueresche nartigen Ästen. Die Blätter bestehen aus drei Paaren lanzettlicher lederartiger Fiedern. Die kleinen orangeroten Blüten stehen in kopfig gedrängten Infloreszenzen. Die jungen Blätter entwickeln sich hier wie bei *Brownea*, doch ist die Bildung von abgeflachten Büscheln herabhängender Blätter bei *Saraca* nicht so markiert wie bei *Brownea*. Die Entwicklung der Internodien eilt bei unserer Pflanze gegenüber der *Brownea* voraus. Die herabhängenden jungen Fiedern sind lebhaft rot gefärbt und besitzen eine grüne stumpfliche Spitze, die schon in diesem Lebensalter eine auffallende Verdickung aufweist, auf welche wir noch zurückkommen werden. Das Ergrünen der Blätter findet statt, wenn die Länge der lanzettlich linealen Fiederspreite etwa 13 *cm* beträgt. Dann wächst die Spreitenlänge noch auf 26 bis 27 *cm* heran.

Die primären Blattknoten an der Basis der Hauptspindel sind auch bei *Saraca* nur wenig aktiv. Die Einstellung der Fiedern in die fixe Lichtlage kommt vielmehr hauptsächlich durch die Tätigkeit der erst spät unbeweglich werdenden Fiederknoten zustande. Die starke Faltung der gekrümmten primären Knoten an deren Konkavseite läßt auch hier keinen Zweifel darüber, daß im Verlaufe des einseitig geförderten Längenwachstums während der Ausführung der Krümmung eine erhebliche Kompression der im Wachstum zurückbleibenden Flanke eintritt. Der Krümmungsmechanismus scheint wesentlich derselbe zu sein wie bei *Amherstia*. Bei der anato-

mischen Untersuchung der Knoten findet man die Rindenparenchymzellen an der Konkavseite kleiner als die Rindenzellen an der Konvexseite und die Zellwände der Konkavflanke etwas dicker als die Dicke der Zellmembranen auf der Gegenflanke. Kleine Nester von Steinzellen und von krystallführenden Zellen finden sich in der peripherischen Zone des Rindenparenchyms.

Solange die Fiedern noch rot gefärbt sind — die untersuchten Blattfiedern hatten in diesem Stadium die Länge von 6 *cm* — sind die sekundären Knoten an der Fiederbasis von einer stark behaarten Epidermis überkleidet. Der Holzkörper des Leitbündelstranges ist noch unentwickelt. Bastfasern fehlen noch fast ganz. Die Rinde enthält weder Sklerenchymzellen noch Krystallzellen. Sobald die Fiedern ergrünen und eine Länge von 13 *cm* erreicht haben, beginnt die Krümmungstätigkeit der Knoten. Eine Korkschichte ist da auf der Oberfläche der Knoten noch nicht ausgebildet. Die mechanische Scheide ist erst wenig entwickelt, Krystallzellen fehlen noch in der Rinde und die Sklerenchymzellen im Rindenparenchym sind noch dünnwandig. An alten Blättern zeigen die Fiederknoten eine Querfältelung auf der Konkavseite ihrer Krümmung, die Korkbildung ist eingetreten. Kristallzellen finden sich zahlreich in der Rinde und ebenso sind viele zerstreute, nicht in Nestern beisammenstehende kleine Sklerenchymzellen im Rindenparenchym zerstreut. Eine krystallführende Zellschichte grenzt an den Rand der mechanischen Scheide des Leitbündelzylinders.

Die ausgewachsenen lederartigen dunkelgrünen Blattfiedern zeigen normalen dorsiventralen Bau. Die Spaltöffnungen sind ein wenig eingesenkt, im Bau von demselben Typus wie die Stomata von *Humboldtia*. Auffallend sind einzelne oder in kleinen Gruppen beisammenstehende, mit stumpfen Fortsätzen versehene Sklereiden im Schwammparenchym. Diese Sklerenchymzellen sind plasmaführend und dürften im lebenden Zustand Anthokyan enthalten wie auch sonst noch manche Parenchymzellen der alten Blätter. Wenn die Fiederspreiten etwa die halbe Länge des ausgewachsenen Zustandes erreicht haben und eben im Ergrünen begriffen sind, so sind alle Gewebe des Mesophylls vollkommen ausgebildet. Nur enthalten die Palisadenzellen erst

wenig Chloroplasten. Vielleicht hat aber auch die Epidermis der Blattunterseite in jenem Stadium noch nicht die volle Zahl der Stomata ausgebildet. Die Epidermiszellen enthalten hier noch Anthokyan. Die rotgefärbten hängenden Fiedern von 6 *cm* Länge sind eben im Begriffe, Palisaden- und Schwammparenchym zu differenzieren. Die meisten Zellen führen da Anthokyan. Man trifft bereits wohlausgebildete Spaltöffnungen an. Die jüngsten Fiedern, welche ich untersuchte, waren 4 *cm* lang und wiesen noch keine Differenzierung der Gewebe des Mesophylls auf. Die Stomata der Epidermis der Blattunterseite sind da eben in Ausbildung begriffen, die Epidermis führt zahlreiche einzellige und dickwandige Haare. Die jungen Blattfiedern sind von Anfang an flach und nie über der Mitte zusammengefaltet.

Im vorausgegangenen wurden eigentümliche Verdickungen der grüngefärbten Blattspitze von jungen Fiederblättern erwähnt. Diese verdickten Stellen der Spitze sind auch bei erwachsenen Blättern noch vorhanden und die Blattspitze trocknet selbst bei alten Blättern niemals ab. Die Verdickung der Spitze ist aber bei den jugendlichen Blättern relativ viel stärker ausgeprägt als bei den erwachsenen Fiedern, indem diese Verdickungsknoten sich späterhin nicht mehr nennenswert vergrößern. Der anatomische Bau der in Rede stehenden Blattstellen bietet manche bemerkenswerte Momente dar. Die etwa wie kleine Gallen aussehenden stecknadelkopfgroßen Verdickungen sind auf jeder Seite der Blattspitze, dem Rande genähert, angebracht, doch nicht auf der äußersten Spitze des Blattes, sondern von dieser 1 bis 2 *mm* entfernt. Ein Querschnitt durch das ausgewachsene Blatt in der Gegend der apikalen Verdickungen zeigt uns folgendes. Die unveränderte lückenlose Epidermis überzieht zunächst eine 3 bis 4 Zellagen starke Rindenzone, auf welche nach innen eine aus zarten Zellen bestehende, öfters unterbrochene Schichte folgt, in welcher deutlich Leitbündelendigungen nachzuweisen sind. Diese letzterwähnte Gewebeformation ist also wohl als Epithem zu deuten. Dieses Epithem nun überzieht eine zentrale Zone, aus ziemlich großen Parenchymzellen bestehend, welche in den konservierten Präparaten zahlreiche kleinere Ballen (anthokyanhältiger

Inhalt?) aufweisen, im Gegensatze zu den Rindenzellen, die nur einen größeren Inhaltsballen führen. Weiter ist an den Querschnitten kaum etwas zu sehen. Hier und da bemerkt man Stellen, wo ein Phellogen knapp unterhalb der Epidermis ausgebildet ist, und es scheint, als ob dies häufig im Umkreise von Spaltöffnungen der Fall wäre. Wie an Paraffinpräparaten und Mikrotomschnitten durch die jüngsten Stadien der Blattentwicklung zu konstatieren war, ist die geschilderte Gewebedifferenzierung in den knotenartigen Verdickungen der apikalen Blattregion schon sehr frühzeitig ausgebildet. An Flächenschnitten erkennen wir ohne weiteres die Beziehung dieser Verdickungsstellen zum Leitbündelnetz der Blätter. Die Knötchen sind von einem Netz von Leitbündel-Auszweigungen umsponnen und man sieht zahlreiche blinde Enden von wenigzelligen Tracheidenzügen im Parenchym in der Umgebung der Verdickung. Es gelang mir, auch unzweifelhafte Wasserspalten über der Verdickung nachzuweisen. Die Deutung dieser merkwürdigen apikalen Anschwellungen des Blattgewebes ist somit wohl kaum anders zu geben, als daß man sie als Epithemdrüsen auffaßt. Sie stellen einen ganz neuen Typus dieser Gebilde dar, völlig verschieden von dem an *Humboldtia* in der vorliegenden Arbeit beschriebenen und von *Dioscorea* schon seit längerer Zeit bekannten Typus.

Mit den von mir studierten Fällen ist natürlich die Liste der Bäume mit hängenden jungen Blättern nicht erschöpft. Auf einige Fälle wurde übrigens bereits im Eingange dieser Arbeit hingewiesen. Herabhängendes und rotgefärbtes junges Laub scheint nach vielfach in Ceylon und Java gesammelten Eindrücken eine relativ gar nicht seltene Erscheinung zu sein. Außer den bei Stahl erwähnten Beispielen will ich besonders auf die *Mesua ferrea* L. hinweisen, bei welcher die Einstellung in die Lichtlage an den Blättern durch eine Wachstumskrümmung in den kurzen gelenkartigen Stielen erfolgt.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Das Herabhängen der jungen Triebe von *Amherstia* sowie des jungen Laubes von *Humboldtia, Brownea* und *Saraca* ist nicht die Folge eines »turgorlosen Zustandes« während der ersten

Entwicklungsstadien der jugendlichen Organe, sondern steht im Zusammenhange mit dem plastischen Zustande der Gewebe bei Abwesenheit von mechanischen Elementen.

Die Aufrichtung der Blätter von *Amherstia* geschieht vermittels einer geotropischen Wachstumskrümmung in den primären Blattknoten. Bei den untersuchten Verwandten von *Amherstia* spielt die Wachstumskrümmung der primären Blattgelenke nicht so sehr eine Rolle als die geotropische Krümmung der Blattfiedergelenke. Aber auch diese wird durch Wachstum zustandegebracht, so daß wir in keinem dieser Fälle geotropische Reaktion durch Variationskrümmung, sondern ausschließlich durch ungleiches Wachstum der antagonistischen Flanken erfolgen sehen.

Die biologische Bedeutung der Hängelage im jugendlichen Zustand beruht in erster Linie in dem Schutze der jungen Organe gegen zu intensive Besonnung und in der Erreichung geeigneter räumlicher Verhältnisse zur Ausführung des raschen Wachstums in der ersten Entwicklungsperiode. *Amherstia* zeigt diese eigenartige Anpassung in extremster Weise. Bei den übrigen untersuchten Amherstieen nähern sich die Verhältnisse der jungen Triebe bereits den regulären Knospenbildungen an.

Die »extranuptialen Nektarien« der Blätter von *Humboldtia* sind wahrscheinlich so wie die ähnlichen Drüsen von *Dioscorea* Epithemdrüsen und stehen mit der Ausscheidung von Wassertropfen in Zusammenhang.

Die paarweisen Verdickungen der Blattspitze von *Saraca indica* dürften am besten gleichfalls als eine eigenartige Form von Epithemdrüsen aufzufassen sein.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. *Amherstia nobilis*. Jugendlicher Zweig. Stark verkleinert. Wie die folgende Photographie Originalaufnahme aus Peradeniya.
Fig. 2. *Amherstia*, Blütenstand. Stark verkleinert.

Tafel II.

Fig. 1. *Humboldtia*, Öffnung des hohlen Internodiums im Querschnitt. Zeiss $2/a_3$.
Fig. 2. *Humboldtia*, Internodialhöhle, Wand, Abgrenzung des peripherischen vom zentralen Mark. Reichert III/4.
Fig. 3. *Humboldtia*, Internodialhöhlenwand. Reichert II/4.
Fig. 4. *Humboldtia*, Epithemdrüse, Flächenschnitt. Zeiss 2/AA.

Tafel III.

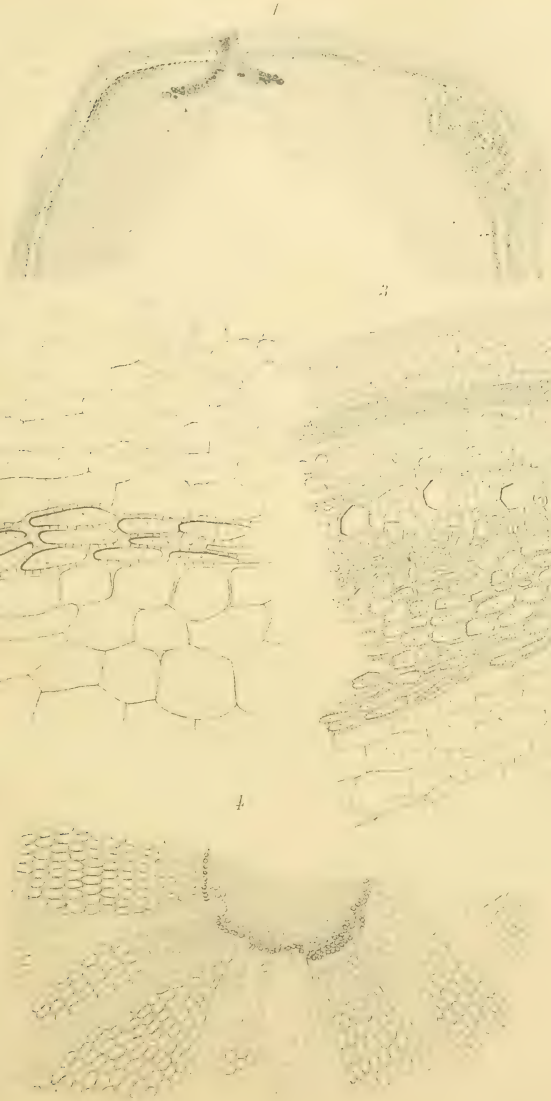
Fig. 1. *Humboldtia*, Epithemdrüse aus dem ausgewachsenen Blatte, Querschnitt. Reichert III/4.
Fig. 2. Dasselbe. Paraffinpräparat. Reichert III/6.
Fig. 3. Dasselbe. Paraffinpräparat, Flächenschnitt. Reichert II/8.
Fig. 4. Dasselbe. Wasserspalte von der Oberfläche der Drüse. Reichert III/8.

Tafel IV.

Fig. 1. *Humboldtia*, Epithemdrüse, Gefäßbündelendigungen. Reichert III/6.
Fig. 2. *Saraca indica*, Blatt, Sklerenchymzellen. Zeiss 2/D.
Fig. 3. *Saraca*, Stadium III, Verdickung der Blattspitze, Querschnitt. Reichert III/4.
Fig. 4. *Saraca*, Gefäßbündelendigung im Epithem. Reichert II/6.
Fig. 5. *Saraca*, Wasserspalte von der Epithemdrüse. Reichert III/6.

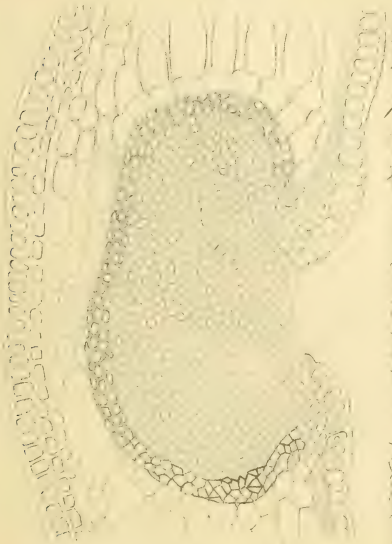
Fig. 1

Fig. 2 Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

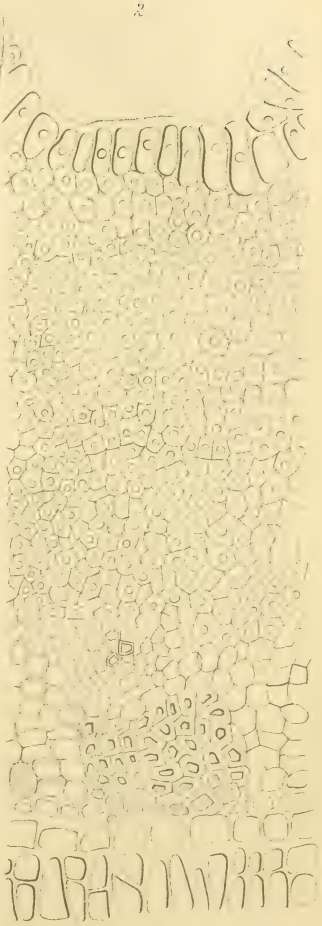


Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

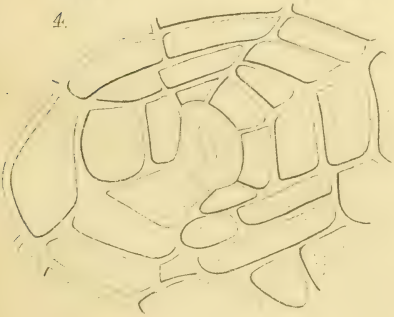
1.



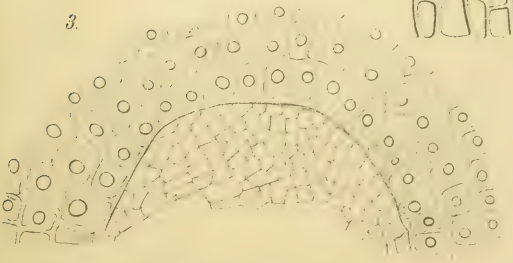
2.



4.



3.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII. Abth. I. 1909.

Zur Kenntnis des Phytoplanktons im Indischen Ozean

von

F. Czapek.

Botanische Ergebnisse der im Jahre 1907 mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie ausgeführten Reise nach Java und Britisch-Indien. Nr. II.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Februar 1909.)

Während der einmonatlichen Seereise von Triest nach Colombo im September 1907 hatte ich zu verschiedenen Malen Gelegenheit, reich entwickeltes Oberflächenplankton sowohl in neritischen als auch ozeanischen Formationen zu studieren, was ich zunächst zu meiner eigenen Belehrung vornahm. Da jedoch aus gewissen Teilen der arabischen See, soviel ich der mir zur Verfügung stehenden Literatur entnehmen konnte, Planktonuntersuchungen noch fehlen, so entschloß ich mich einige der gemachten Beobachtungen an dieser Stelle zu veröffentlichen. Die wertvollsten Dienste bei diesen Studien leistete mir das große Werk von G. Karsten [1] über das Phytoplankton der Valdivia-Expedition, wo ich die meisten Formen, auf welche ich bei meinen Fängen stieß, wiederfand. Auch die Zusammenstellung der bis zum Jahre 1906 veröffentlichten Resultate über das Phytoplankton des Meeres von E. Lemmermann [2] leistete mir ausgezeichnete Dienste. Ich wurde durch diese Arbeit auf

[1] G. Karsten, Das indische Phytoplankton, Jena 1907.

[2] E. Lemmermann, Das Phytoplankton des Meeres, III. Beihefte zum Botan. Zentralbl., Bd. XIX, Abt. II, p. 1 (1906).

die von Cleve[1] publizierten Beiträge zum Plankton des Indischen Ozeans aufmerksam gemacht.

Herrn Prof. Dr. G. Karsten in Halle bin ich zu großem Danke verpflichtet für die freundlich übernommene Durchsicht einer Reihe von konservierten Planktonproben, wodurch die betreffenden Bestimmungen authentischen Wert erlangt haben.

Meine Absicht, mich zu der Reise mit besseren Fangapparaten auszurüsten, um selbst während der vollen Fahrt des Passagierdampfers jederzeit Oberflächenfänge vornehmen zu können, scheiterte an der Unverläßlichkeit der Firma, an welche ich mich gewendet hatte. So mußte ich mich mit der Anwendung von kleinen Netzen begnügen, welche selbstredend nur während weiterer Segelbootfahrten in der Nähe von Küstenorten zu einer ergiebigen Ausbeute verhalfen. Die Versuche in den Ankerplätzen des Dampfers vermittels des kleinen Senknetzes zu nennenswerten Fängen zu kommen, waren durchaus ergebnislos.

Die Konservierung meiner Planktonproben geschah mittels einer Mischung von gleichen Teilen Methylalkohol, Formalin und Holzessig. Im allgemeinen waren die hiermit erzielten Resultate nicht ungünstig.

Zum ersten Male begegnete ich größeren Massen von Oberflächenplankton im südlichen Teile des Roten Meeres zwischen dem 19. und 16. Grad nördl. Breite, zwischen der Höhe von Dschiddah und der Höhe von Massauah, etwa auf der Höhe von Suakim beginnend. Diese aus Peridineen bestehende ozeanische Formation wurde bereits so oft beschrieben, daß ich darauf verzichten kann meine Ergebnisse hier anzuführen.

Ich will mich darauf beschränken, meine Planktonstudien in der Nähe von Karachi, dem bekannten aufstrebenden Hafen in der Landschaft Sindh, Nordwestindien, in der Nähe der Grenze von Beludschistan, anzuführen und sodann einige Bemerkungen anknüpfen über meine Beobachtungen über Meeresleuchten in der Nähe der Westküste des südlichen Indiens.

[1] P. T. Cleve, Plankton from the Indian Ocean and the Malay Archipelago. Kongl. Svensk. Vet. Ak. Handl., Bd. 35, Nr. 5; P. T. Cleve, Report on Plancton collected by Mr. Thorild Wulff during a Voyage to and from Bombay. Arkiv for Zoologi, Bd. I, p. 329.

1. Das neritische Plankton in der Nähe von Karachi.

Da Angaben über die Meeresalgenflora des nordöstlichen Teiles der Arabischen See in der mir zugänglichen Literatur nicht vorhanden waren, beschloß ich, einen mehrtägigen Aufenthalt in Karachi zur Aufsammlung von Algenmaterial zu verwenden. Einige Fänge wurden mittels Senknetz auf der Reede von Karachi selbst, in der Nachbarschaft der Ortschaft Kiamari vorgenommen, doch war das Ergebnis nicht reichhaltig. Sehr viel Plankton ergaben die Oberflächenfänge außerhalb der Reede vor dem Leuchtturm von Manora, etwa zwei Meilen südlich der Oyster Islands. Die Fänge wurden sämtlich durch Nachziehen des kleinen Netzes vom Segelboot aus in etwa 10 *cm* Tiefe gewonnen. Die Entnahme dieser Proben geschah am 1. Oktober 1907, zwischen 11 und 1 Uhr. Das Seewasser zeigt eine diffus gelbe Trübung und ein 5 Minuten lang fortgesetztes Nachziehen des Netzes lieferte reichliche Ausbeute. Zu bemerken ist, daß die Jahreszeit nicht lange nach dem Aufhören des Südwestmonsuns lag, und daß die Küste bei Karachi dem vollen Anprall des Monsunsturmes ausgesetzt ist. Vielleicht hängt der Planktonreichtum mit dem Einfluß der gegen die Küste gerichteten Windrichtung zusammen.

Das Plankton war ein reines Diatomeenplankton. Peridineen fehlten gänzlich. Nach dem Vorherrschen einiger *Coscinodiscus*-Formen kann man dieses Plankton direkt als eine *Coscinodiscus*-Formation bezeichnen. Es fand sich der nach Karsten stets zum Oberflächenplankton haltende *Coscin. Janischii* Schm. sehr reichlich als größte Form, ferner *Coscin. symmetricus* Grev. und einige andere Arten. Sonst waren noch verschiedene andere Diatomeenformen häufig anzutreffen. Angeführt seien:

Coscinodiscus Janischii Schm.,
» *symmetricus* Grev.,
» *difficilis*,
» *excentricus* Ehrenb.,
» *solitarius*,
Stephanopyxis Turris Ralfs,
Lauderia borealis Gran,
» *punctata* G. K. ?

Detonula Schroederi P. Bergon,
Rhizosolenia Cochlea Brun.,
» *hebetata* (Bail.) *semispina* Gran,
» *Castracanei* H. P.,
» *setigera* Brightw.,
» *cylindrus* Cl.,
Bacteriastrum varians Laud.,
» *minus* G. K.,
Chaetoceras Lorenzianum Grun.,
» *didymum* Ehrenb.,
» *socialis* Laud., nur in Bruchstücken,
Climacodium Frauenfeldianum Grun.,
Biddulphia mobiliensis (Bail.),
Cerataulina Bergonii Perag.,
Hemiaulus Hauckii Grun.,
Fragilaria sp. (viele Chromatophoren),
Synedra nitzschioides Grun.,
Pleurosigma angulatum W. Sm.,
» *Nubecula* W. Sm.,
Streptotheca Thamesis Shrubsole.

Ein großer Teil der angeführten Formen ist bereits von Cleve im Plankton aus dem Golfe von Aden konstatiert worden. Der Typus der Formation ist ausgeprägt der des Indischen Küstenplanktons.

Die Präparate enthielten relativ sehr zahlreiche paarweise beisammenliegende *Coscinodiscus*-Zellen, welche fast ausschließlich dem *Coscinodiscus symmetricus* Grev., der mittelgroßen Art unserer Planktonproben angehörten. Von dem großen *Coscinodiscus Janischii* Schm. konnte ich die analogen Bilder niemals auffinden. Die beigegebenen Abbildungen werden die Ansicht sehr wahrscheinlich machen, daß es sich hier um Zellteilung handelte. Teilungsstadien von *Coscinodiscus Oculus Iridis* finden sich (jedoch augenscheinlich in etwas schematischer Weise) abgebildet bei H. H. Gran.[1] Diese Abbildungen stimmen in ihren wesentlichen Momenten mit

[1] H. H. Gran, Die Diatomeen der arktischen Meere, Jena 1904, Taf. XVII.

unseren Figuren gut überein. Man sieht deutlich die Loslösung der vier halskragenförmigen Zwischenbänder oder Copulae, welche nun abgeworfen werden, sobald sich die beiden Tochter-

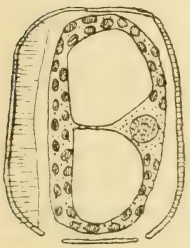


Fig. 1.

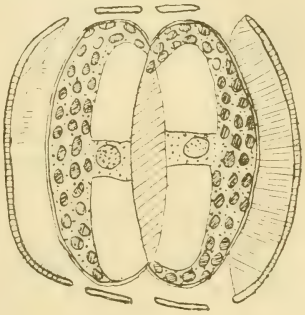


Fig. 2.

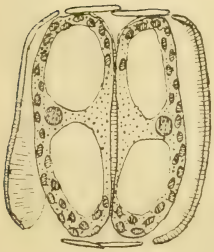


Fig. 3.

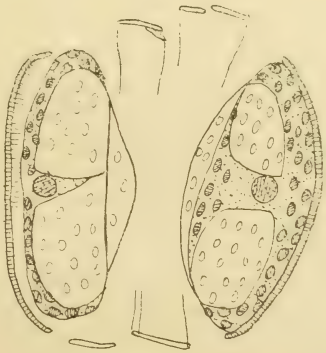


Fig. 4.

Fig. 1 bis 4. *Coscinodiscus symmetricus* Grev., Teilungsbilder. Alle Figuren gezeichnet mit Reichert-Okular III, Objektiv 6.

zellen zur Trennung voneinander anschicken. Für die Untersuchung der Kernteilungsstadien war die angewendete Fixierungsmethode nicht geeignet, und ich mußte darauf verzichten, die karyokinetischen Bilder in ihren Details zu verfolgen. Man

sieht in den abgebildeten Stadien bloß die abweichende Lagerung des Zellkerns kurz vor der Teilung, sowie das Auseinanderweichen der Tochterkerne nach erfolgter Kernteilung.

Für die Frage der Mikrosporenbildung bei *Coscinodiscus* vermochte ich in meinem Material keine weiteren Belege zu finden. Jedenfalls waren Bilder, wie jene von Murray[1] beobachteten, in dem beschriebenen Plankton nicht zu entdecken.

II. Beobachtungen über phosphoreszierende Peridineen im Indischen Ozean.

Wie wohl die meisten Naturforscher, welche den Indischen Ozean passierten, so habe ich daselbst eine Reihe von Beobachtungen über das Meeresleuchten angestellt. Nach meinen Erfahrungen spielen hier verschiedene Peridineen die Hauptrolle.

Deutliche Phosphoreszens der Meeresoberfläche sah ich auf meiner Reise zuerst in der Nähe der Südküste von Arabien, etwa unter dem 20. Grad nördl. Breite, 58. Grad östl. Länge von Greenwich, auf der Höhe der Insel Masira (28. September 1907). Im Schaume zu beiden Seiten des Dampfers erschienen etwa talergroße grünlichweiße leuchtende runde Flecken, welche sich wenige Sekunden bis zu einer Minute verfolgen ließen. Aber auch im schaumfreien Wasser waren diese Flecke nach ihrem Austritt aus dem Fahrwasser des Schiffes als leuchtende Stellen noch sichtbar. Die Lufttemperatur betrug an diesem Abend 25° C. Auf der Weiterfahrt nach Karachi war das Phosphoreszenzphänomen nun jeden Abend schön zu beobachten. An der Abflußstelle des Kondenswassers der Maschine entstand ein förmlicher Funkenregen, ebenso beim Buge des Schiffes. Das Leuchten war jedoch auch bereits eine Strecke weit vor dem Schiffe sichtbar, mithin in dem Wasser, welchem sich noch nicht die vom Dampfer verursachte Bewegung mitgeteilt hatte. Wie zahlreiche andere Reisende fanden, so konnte auch ich konstatieren, daß im Einlaufwasser der

[1] Murray, Proceedings Royal Soc., Edinburgh 1896/1897, p. 207, und Karsten, Indisches Phytoplankton (1907), p. 496.

Schiffsbadewannen das Phosphoreszenzphänomen sich sehr bequem beobachten läßt. Das Wasser enthält daselbst leuchtende Klümpchen, welche zu leuchtenden Streifen auseinander rannen. Ich vermochte aus dem Zuflußwasser der Baderäume auch ohne weiteres größere Mengen der leuchtenden Organismen zu fangen, indem ich ein kleines Planktonnetz unterhalb des Hahnes des Zuflusses anbrachte und 20 bis 30 Minuten lang einen kräftigen Wasserstrahl durch das Netz hindurch passieren ließ.

Auch auf der Reede von Karachi war das Meeresleuchten gut wahrzunehmen. Auf der Weiterreise von Karachi nach Bombay trat das Phänomen noch schöner auf. Der Schaum um das Schiff und die Wellenschaumkämme ringsum phosphoreszierten diffus grünlich. Um 10^{h} abends war die ganze Meeresoberfläche, soweit das Auge reichte, weißglänzend.

Nach der Ausreise von Bombay war auf dem Wege nach Ceylon jeden Abend Meeresleuchten sichtbar. Am 6. Oktober, auf der Höhe von Rutnagherry, waren große leuchtende Flecke in geringer Anzahl wahrzunehmen. Am folgenden Abend, auf der Höhe von Mangalore, bestand das Meeresleuchten in einem schönen Funkenregen, blitzartig verschwindend. Dieses Aufblitzen war auch in dem Wasser der Baderäume zu konstatieren.

In diesen Tagen wurden regelmäßige Planktonfänge zur Sicherstellung der leuchtenden Organismen vorgenommen. Während am Abend zur Zeit der Phosphoreszenz die Fänge zahlreiche Peridineen aufwiesen, konnte ich in den Morgenstunden den gleichen Befund nicht machen. Es wäre von Interesse, diesen Befund durch genaue Beobachtungen zu kontrollieren, da ich auf Grund meiner wenigen Beobachtungen und unzureichenden Hilfsmittel mir hierüber kein endgültiges Urteil bilden konnte. Über ein Zurückziehen der Peridineen von den obersten Wasserschichten während der hellen Tagesstunden, was auf negative Phototaxis bei intensiver Besonnung schließen ließe, ist bisher nichts bekannt geworden.

Die phosphoreszierenden Kleinwesen reagierten sehr schön auf mechanische Reize durch verstärktes Aufleuchten. Wenn ich in ein Uhrschälchen etwas von dem leuchtenden Material brachte und nun dasselbe mit dem Spatel berührte, so zuckte ein lebhaftes grünlichweißes Licht an dieser Stelle auf.

Nach Haeckel[1] sind bei dem Meeresleuchten im Indischen Ozean sehr häufig kleine Crustaceen aus den Gruppen der Copepoden und der Ostracoden beteiligt. Molisch[2] äußert sich in seinem trefflichen Werke über leuchtende Pflanzen nicht näher über seine Erfahrungen über die Zugehörigkeit der phosphoreszierenden Organismen, welche er im Indischen Ozean antraf.

Die von mir gesammelten Planktonproben enthielten vor allem verschiedene Peridineenformen. Nach der freundlichen Bestimmung von Prof. Dr. Karsten handelt es sich hauptsächlich um folgende Bestandteile des leuchtenden Planktons:

Ceratium tripos azoricum Cl.,
» » *arcuatum* Gourret,
» » » » forma *contorta*,
» » *lunula* Schimper,
» » *macroceras* Ehrenb.,
» » *pulchellum*,
» *furca* Duj.,
» *fusus* Duj.,
Diplopsalis lenticula Bergh.,
Peridinium grande Kofoid,
Dinophysis Homunculus Stein,
» *miles* Cleve.

Außerdem waren Schalen von *Pleurosigma* anwesend.

Soweit ich sehe, sind alle diese Formen bereits für das Arabische Meer angegeben.

Als phosphoreszierenden Organismus vermag ich mit Sicherheit von allen den erwähnten Formen nur das *Ceratium tripos* anzusprechen, eine Form, welche schon lange als selbstleuchtende Peridinee bekannt ist. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch andere Peridineen am Meeresleuchten im Indischen Ozean beteiligt sind. Ich war nicht imstande, eine Lichtentwicklung seitens der beobachteten Copepoden und Ostracoden sicherzustellen. Hingegen war es leicht zu sehen,

[1] Haeckel, Insulinde, Jena 1901, p. 21.
[2] Molisch, Leuchtende Pflanzen, Jena 1904.

daß kleine Gruppen von *Ceratium tripos*, im dunklen Gesichtsfeld des Mikroskops bei schwacher Vergrößerung untersucht, eine deutliche Lichtentwicklung aufweisen, so daß für diesen Fall ein Irrtum sicher auszuschließen ist.

Sowie Reinke[1] für den Kieler Hafen das *Ceratium tripos* als Hauptursache des Meeresleuchtens erkannte, so muß nach meinen Erfahrungen auch für die indischen Meere diese Peridinee als einer der am Meeresleuchten meistbeteiligten Organismen gelten.

Den Apex von *Ceratium* fand ich im Einklang mit den Angaben von Karsten[2] stets offen.

Fig. 5. *Dinophysis*, paarweise liegende Zellen.
Reichert-Okular III, Objektiv 6.

Bei *Dinophysis* lagen häufig je zwei Individuen paarweise beisammen, sich die Seite mit der kleineren Flügelleiste zuwendend (Fig. 5). Da ich andere Teilungsbilder nicht auffinden konnte, muß ich es dahingestellt sein lassen, ob wir es da mit eben geteilten Individuen zu tun haben oder nicht.

Meeresleuchten wurde auf der Weiterreise von Ceylon nach Java im November 1907 fast regelmäßig in den oben beschriebenen Erscheinungsformen beobachtet. Besonders schön war die Erscheinung im Hafen von Georgetown auf der Insel Pulo Penang.

---

[1] Reinke, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Bd. 3, Abt. Kiel, 1898, p. 37.

[2] Karsten, Das Indische Phytoplankton, Jena 1907, p. 524.

Cetaceenstudien.

I. Mitteilung:

Das Skelett von Eurhinodelphis Cocheteuxi aus dem Obermiozän von Antwerpen

von

Prof. **O. Abel.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. März 1909.)

I. Geologisches Alter.

Boldérien = Obermiozän.

II. Fundort.

Antwerpen und Umgebung in den schwarzen Sanden mit *Pectunculus pilosus* (sables noirs d'Anvers et d'Edeghem) anläßlich der Fortifikationsarbeiten in den Jahren 1861 bis 1863.

III. Aufbewahrungsort.

Sämtliche Reste im Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique in Brüssel.

IV. Type.

Der Schädel Nr. 3252 des Museumregisters, gefunden im Fort Nr. IV (Vieux-Dieu) in Antwerpen am 13. September 1861. Abgebildet in den Mém. Mus. R. Hist. nat. Belg., I, 1901, Pl. VI, VII, VIII, IX (Fig. 1), X (Fig. 1, 3, 4).

V. Übersicht der vorhandenen Reste.

Bekannt: Schädel (fast vollständig), Unterkiefer (Fragmente), sämtliche Wirbel mit Ausnahme der zwei (?) letzten

Schwanzwirbel, zahlreiche Rippen, Schulterblatt (fragmentär), Humerus, Radius, Ulna, Radiale, Intermedium, Ulnare, zwei Phalangen, Sternum.

Unbekannt: Die Zähne, mehrere Carpalia, alle Metacarpalia und fast alle Phalangen, die zwei (?) letzten Schwanzwirbel, die rudimentären Hüftbeine und alle Hämapophysen.

VI. Erhaltungszustand der Reste.

Die Knochen sind fast ausnahmslos tiefschwarz gefärbt und sehr häufig mit Pyritinkrustationen bedeckt. Der Pyrit durchsetzt mitunter das ganze Knochengewebe, so daß viele Knochen infolge der Zersetzung des Pyrits stark gelitten haben.

Spuren von Abrollung sind äußerst selten zu beobachten; daraus geht hervor, daß die verwesenden Kadaver oder Teile derselben rasch vom Strandsand umhüllt und so vor weiterer Zerstörung geschützt wurden.

VII. Die Rekonstruktion des Skelettes.

Obwohl die Reste von mehr als hundert Individuen dieser Art vorliegen, so ist doch keines so vollständig erhalten, daß sich aus einem einzigen Skelett ein Bild vom Gesamtskelett hätte gewinnen lassen. Es war daher notwendig, eine große Zahl verschiedener Individuen derart zu kombinieren, daß zunächst die Identität der homologen Skeletteile festgestellt wurde; so erweiterte sich erst Schritt für Schritt die Kenntnis vom Gesamtskelett. Da die ausführliche Darlegung dieser Vergleiche und ihrer Ergebnisse den Abhandlungen des königl. Museums in Brüssel vorbehalten bleibt, so beschränke ich mich hier auf eine kurze Darstellung des rekonstruierten Skelettes von *Eurhinodelphis Cocheteuxi* du Bus.

VIII. Das Skelett.

1. Das Größenverhältnis der einzelnen Skelettelemente.

Da die verschiedenen vorliegenden Skelettreste von Tieren aus verschiedenen Lebensaltern herrühren, so mußte vor allem das genaue Größenverhältnis der einzelnen, bei einem Individuum erhaltenen Skelettelemente ermittelt werden. Als

Grundlage für diese Berechnungen diente das Skelett Nr. 3232, bei welchem außer dem Schädel eine größere Anzahl von Wirbeln, Rippen und der Humerus erhalten ist. An diesem Skelett konnte festgestellt werden, daß die hinteren Wirbel die vorderen beträchtlich an Größe übertreffen, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht:

(Maße in Millimetern. — Exemplar Nr. 3232).

	Körperhöhe (caudal)	Körperlänge (ohne Epiphysen)
8. Brustwirbel.....	46	44
4. Lendenwirbel	53	57
6. Schwanzwirbel ..	64	68.

Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß die Lenden- und Schwanzwirbel die Brustwirbel auffallend an Größe übertreffen.

Wir können daraus entnehmen, daß auch die Muskulatur der Schwanzregion ungewöhnlich kräftig gewesen sein muß.

Da die Stärke der Schwanzmuskulatur bei den Cetaceen in direktem Verhältnis zu der Schwimmschnelligkeit steht, so kommen wir zu dem Schlusse, daß *Eurhinodelphis Cocheteuxi* ein schneller Schwimmer gewesen ist.

2. Das Längenverhältnis der einzelnen Körperabschnitte.

a) Das Längenverhältnis von Thorax und Rumpf.

Eurhinodelphis Cocheteuxi besitzt einen im Verhältnis zum Rumpfe kurzen Thorax; dieselben Verhältnisse finden wir bei den Ziphiiden, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

I. Odontoceti:	Rumpflänge	Thoraxlänge
Hyperoodon	100	19
Mesoplodon	100	22
Eurhinodelphis	100	22
Physeter	100	23
Beluga	100	29
Sotalia	100	30
Platanista	100	32
Inia	100	34
Stenodelphis	100	40
Kogia	100	40

II. Mystacoceti:	Rumpflänge	Thoraxlänge
Balaenoptera physalus ...	100	22
Megaptera boops	100	26
Neobalaena marginata ...	100	58

b) Das Längenverhältnis zwischen Schädel, Thorax und Körper.

Obwohl *Eurhinodelphis Cocheteuxi* eine außerordentlich verlängerte Schnauze besitzt, so ist doch das Längenverhältnis zwischen Schädel und Körper fast dasselbe wie bei den lebenden longirostren Zahnwalen, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

	Körperlänge	Schädellänge	Thoraxlänge
Beluga leucas	100	15	25
Mesoplodon bidens	100	19	18
Sotalia Guyanensis	100	21	25
Hyperoodon rostratum	100	23	15
Platanista gangetica.....	100	28	22
Eurhinodelphis Cocheteuxi..	100	29	15
Stenodelphis Blainvillei	100	30	28
Physeter macrocephalus....	100	33	15

c) Das Längenverhältnis der einzelnen Regionen der Wirbelsäule.

Bei *Eurhinodelphis* sind sämtliche sieben Halswirbel getrennt und auffallend lang. Bei einer Art, *E. longirostris,* die zwar kleiner ist als *E. Cocheteuxi,* aber ein bedeutend längeres Rostrum besitzt, sind die Halswirbel länger als bei *E. Cocheteuxi.*

Auf die Brustwirbelregion folgt der etwas längere Abschnitt der Lendenwirbel, dann die Sacralregion und zuletzt die lange und ungewöhnlich kräftige Caudalregion.

Die Verhältniszahlen der einzelnen Wirbelregionen sind folgende:

Gesamtlänge der Wirbelsäule	Hals-region	Thoracal-region	Lenden-region	Sacral-region	Schwanz-region
100	6	19	21	7	47
	25		75		

d) Das Längenverhältnis zwischen Rostrum und Unterkiefer.

Da keine Unterkieferreste vorliegen, welche sicher beweisen würden, daß sich der Unterkiefer auch unter den zahnlosen, nur von den Prämaxillaren gebildeten Teil der Schnauze fortsetzte, so ist nicht sicher zu entscheiden, ob der Unterkiefer wirklich bis zum Schnauzenende reichte oder schon früher endete wie bei einem langschnauzigen Ichthyosaurier, der bisher immer als *Ichthyosaurus longirostris* bezeichnet wurde, aber mit Rücksicht auf zahlreiche Eigentümlichkeiten (Längendifferenz zwischen Rostrum und Unterkiefer, sehr lange Flossen etc.) besser als eigene Gattung abzutrennen ist, für welche ich die Bezeichnung *Eurhinosaurus* n. g. in Vorschlag bringe.

Daß bei *Eurhinodelphis* das Längenverhältnis zwischen Schnauze und Unterkiefer ein ähnliches gewesen ist wie bei *Eurhinosaurus* wird durch die Querschnittform, der Praemaxillaria im vordersten Rostralabschnitt sehr wahrscheinlich gemacht. Das Rostrum besitzt hier einen hoch ovalen Querschnitt; an den Seiten verlaufen Längsrinnen bis zum Schnauzenende. Bei allen Zahnwalen, deren Rostrum den Unterkiefer noch am Schnauzenende deckt, ist die Ventralseite des Rostrums stark abgeplattet. Da dies bei *Eurhinodelphis* nicht der Fall ist, erscheint die Vermutung gerechtfertigt, daß die zahnlosen Zwischenkiefer den Unterkiefer weit überragten.

3. Die Krümmung der Wirbelsäule.

Alle Wale besitzen einen gewölbten Rücken, der sich in der Sacralregion in den geradlinig profilierten Schwanz fortsetzt. Diese Wölbung wird irrtümlicherweise in Abbildungen von Cetaceenskeletten und bei der Montierung derselben in Museen meistens nicht berücksichtigt, obgleich sie bei einzelnen Gattungen sehr stark ausgeprägt ist. Sehr deutlich kommt diese Wölbung des Rückens bei der Sagittalsektion einer gefrorenen Walleiche zum Vorschein; die von J. Murie (Transactions Zool. Soc. VIII, pl. XXXVII, Fig. 63) gegebene Abbildung des Längsschnittes durch *Globiocephalus melas*

bringt den Gegensatz in der Profilierung des thoracolumbaren und des caudalen Abschnittes der Wirbelsäule sehr deutlich zum Ausdruck.

Die Stelle, an der der gewölbte Abschnitt der Wirbelsäule in den geradegestreckten übergeht, ist bei den lebenden Walen durch den Austritt des Plexus sacralis bezeichnet (Knauff, Jenaische Zeitschr., 1905, 40. Bd., p. 305) und entspricht somit zweifellos der Sacralregion der Landwirbeltiere.

Daß auch bei *Eurhinodelphis Cocheteuxi* die Wirbelsäule in derselben Weise profiliert war, geht aus der Richtung und der Höhe der Neurapophysen hervor

Die Neurapophysen der Halswirbel sind, wie dies auch bei Landraubtieren zu beobachten ist, nach vorn geneigt, und zwar ist diese Neigung am 2., 3., 4., 5., 6., 7. Halswirbel und dem 1. Thoracalwirbel zu sehen. Die Neurapophyse des 2. Thoraxwirbels steht senkrecht; von hier an nimmt bei den folgenden Wirbeln die Neigung nach hinten allmählich zu und erreicht ihren höchsten Grad in der Mitte der Lumbarregion. Dann werden die Neurapophysen wieder steiler und stehen in der Sacralregion fast senkrecht; an dieser Stelle sind sie gleichzeitig am höchsten. Von hier an findet an den folgenden Wirbeln eine rasche Höhenabnahme der Neurapophysen statt, bis sie ungefähr am 10. Caudalwirbel rudimentär werden. Bei den hinteren Schwanzwirbeln ist der Rückenmarkskanal nur von einer schwachen Knochenbrücke verschlossen, an den hintersten Wirbeln (hinter dem 15. Caudalwirbel) aber offen.

Die Beweglichkeit der Wirbel gegeneinander ist schon hinter dem Thorax eine große; die Praezygapophysen treten am Beginn der Lendenregion in der Regel nicht mehr mit den Postzygapophysen des vorderen Wirbels in Berührung. In einzelnen Fällen besitzt der 3. Lumbarwirbel noch eine Postzygapophyse; sie ist aber sehr klein und fast ganz rudimentär. Die Metapophysen nehmen von den Halswirbeln angefangen gegen hinten stetig an Größe zu und erreichen ihre größte Höhe an den vorderen Schwanzwirbeln. Weiter hinten verwandeln sie sich in dicke Wülste von sagittalem Verlauf; sie verschwinden erst am 16. Caudalwirbel.

4. Die Merapophysen.

Mit diesem neuen Terminus bezeichne ich die Querfortsätze der hinteren Brustwirbel und der folgenden Wirbel, welche durch Abschnürung des Rippenhalses von der Rippe und Verschmelzung desselben mit der Parapophyse hervorgegangen sind.

Als Diapophyse pflegt man jenen Wirbelfortsatz zu bezeichnen, der mit dem Tuberculum costae artikuliert.

Als Parapophyse pflegt man jenen Wirbelfortsatz zu bezeichnen, der mit dem Capitulum costae artikuliert.

Bei allen Ziphiiden und Physeteriden, ebenso auch bei *Schizodelphis* (bei den Gattungen *Hyperoodon, Mesoplodon, Ziphius, Berardius*; *Scaldicetus, Physeter, Kogia; Schizodelphis)* findet ganz ebenso wie bei *Eurhinodelphis* der Übergang von den Wirbeln mit zweiköpfigen Rippen zu den hinteren Wirbeln mit einköpfigen Rippen derart statt, daß die Diapophyse rudimentär wird, das Collum costae mit der Parapophyse verschmilzt und die Rippe mit dem Tuberculum an der Abtrennungsstelle des Collum von der Rippe artikuliert.

Als Diapophyse kann man den so entstandenen Fortsatz nicht bezeichnen, da er morphologisch aus Parapophyse + Collum costae besteht, obwohl er mit dem Tuberculum artikuliert; als Parapophyse kann man ihn nicht bezeichnen, weil man unter Parapophyse den Fortsatz versteht, der mit dem Capitulum artikuliert. Morphologisch ist also dieser Fortsatz weder mit einer Diapophyse, noch mit einer Parapophyse homolog, sondern ist = Parapophyse + Collum costae und muß daher eine neue Bezeichnung erhalten, für welche ich »Merapophyse« in Vorschlag bringe.

Der Übergang von den Brustwirbeln mit Diapophysen und Parapophysen (zweiköpfige Rippen) zu den Brustwirbeln mit Merapophysen (einköpfige Rippen) vollzieht sich bei *Eurhinodelphis* in verschiedener Form und ist außerordentlich variabel.

Zwischen Wirbeltypen (bei *Eurhinodelphis* stets der 9. Brustwirbel), bei welchen Diapophyse und Merapophyse an ihren Enden vereinigt sind und gemeinsam mit dem Tuber-

culum costae artikulieren, so daß zwischen ihnen ein Foramen transversarium freibleibt, bis zu Wirbeltypen, an welchen nur die Merapophyse die Rippe trägt und die Diapophyse ganz verkümmert ist, bestehen bei *Eurhinodelphis* alle denkbaren Übergänge.

Bei den Cetaceen sind aber noch andere Übergangsarten zwischen Brustwirbeln mit zweiköpfigen und solchen mit einköpfigen Rippen zu beobachten. Wir haben als die wichtigsten folgende Fälle zu unterscheiden:

I. Collum costae nicht rudimentär, verwächst mit der Parapophyse zur Merapophyse. Diapophyse wird rudimentär. Rippenträger für die einköpfigen Rippen: Parapophyse + Collum costae.

II. Collum costae rudimentär; verwächst mit der Diapophyse und bildet einen nach unten und wirbelwärts gerichteten Haken, der den Wirbelkörper nicht erreicht. Rippenträger für die einköpfigen Rippen: Diapophyse + Collum costae, später nur Diapophyse.

Beispiele: *Globiocephalus melas* (Museum in Brüssel, Nr. 268, ♂, gestrandet in Antwerpen im Mai 1864). *Lagenorhynchus* (A. Gerstäcker, Das Skelett des Döglings, etc., Leipzig, 1887). *Grampus* (W. H. Flower, Tr. Z. S. London, VIII, Pl. II, Fig. 2).

III. Collum costae rudimentär, aber nicht mit dem Wirbel verwachsen, sondern als frei nach unten und wirbelwärts gerichteter Haken der Rippe erhalten, deren Tuberculum artikuliert. Rippenträger für die einköpfige Rippe: Diapophyse.

Beispiele: *Globiocephalus melas* (Museum in Brüssel Nr. 284). *Beluga leucas* (Museum in Brüssel Nr. 290; die 8. Rippe besitzt rudimentäres Collum costae). *Monodon monoceros* (Museum in Brüssel Nr. 174; die 8. Rippe besitzt funktionierendes Capitulum und Collum, die 9. Rippe hat das Collum verloren). *Balaenoptera. Delphinus. Phocaena.*

Daß sich Fall II und III nicht so scharf gegenüberstehen wie Fall I den beiden anderen, ergibt sich daraus, daß bei *Globiocephalus melas* sowohl Fall II als Fall III beobachtet worden sind.

Der tiefe Gegensatz besteht darin, daß im Fall I das Collum costae erhalten bleibt und auch an den Lendenwirbeln den Querfortsatz bildet, der somit auch als Merapophyse zu bezeichnen ist, während in den Fällen II und III das Collum costae verloren geht und an der Bildung der Querfortsätze der Lendenwirbel unbeteiligt ist. Keinesfalls sind in dem letzteren Falle die Querfortsätze der Lendenwirbel als Parapophysen zu bezeichnen.

5. Zahl der Brust- und Lendenwirbel.

Sorgfältige Vergleiche der Wirbelsäulen verschiedener Individuen von *Eurhinodelphis* haben zu dem Ergebnis geführt, daß zwischen dem letzten rippentragenden Thoracalwirbel und dem ersten hämapophysentragenden Wirbel 11 Wirbel liegen.

Es entsteht nun die Frage, ob alle 11 Wirbel als Lendenwirbel anzusehen sind oder nur der vordere Teil derselben.

Da die Cetaceen von carnivoren Landraubtieren abstammen, wie jetzt sicher feststeht, so müssen wir zunächst die Verhältniszahlen zwischen Brust- und Lendenwirbeln bei dieser Gruppe in Vergleich ziehen.

Weitaus die größte Mehrzahl aller Landraubtiere besitzt 20 Brust- + Lendenwirbel, doch schwankt die Verhältniszahl beider Abschnitte der Wirbelsäule, wie aus der eingehenden Darstellung von E. v. Stromer (Die Wirbel der Landraubtiere, Zoologica, Stuttgart 1901) hervorgeht, in folgenden Grenzen:

	Zahl der Brustwirbel		Zahl der Lendenwirbel	
A	13	+	7	= 20 (am häufigsten),
B	14	+	6	= 20,
C	15	+	5	= 20,
D	16	+	4	= 20 (sehr selten).

Indessen kommen Ausnahmen vor, bei welchen die Brust-Lendenregion weniger als 20 Wirbel umfaßt (14+4 bei *Mellivora indica*; 13+6 bei *Mustela erminea* (Ausnahme); 14+5 bei *Meles taxus* (Ausnahme), bei *Ursus americanus* (Ausnahme) und bei *Arctictis binturong* (Ausnahme).

In anderen Fällen wird die Zahl 20 überschritten (13+8 bei *Canis* [Ausnahme], 14+7 bei *Canis* [Ausnahme], 15+6 bei *Suricata tetradactyla*, *Mustela putorius*, *M. foina* [Ausnahmen], 16+5 bei *Galictis vittata* [Ausnahme] und 16+6 bei *Mephitis mephitica*; ebenso werden für *Otocyon megalotis* [Ausnahme] 22 thoracolumbare Wirbel angegeben).

In der Regel sind also bei den Landraubtieren (ebenso bei den Pinnipediern) 20 Wirbel vorhanden, die zwischen Halswirbelregion und Sacralregion liegen; schwankend ist nur das Zahlenverhältnis zwischen Thoracalwirbeln und Lumbarwirbeln.

Wir dürfen daher auch für die Vorfahren der Cetaceen die Zahl 20 voraussetzen; wenn wir dieselbe Zahl für die Cetaceen selbst annehmen, so erhalten wir z. B. bei *Phocaena communis*, die 14 Brustwirbel besitzt, als Lendenwirbelzahl die Zahl 6. Die drei folgenden Wirbel wären, da bei den Landraubtieren fast immer 3 Sacralwirbel vorhanden sind, als Sacralwirbel zu bezeichnen, obgleich sie nicht verwachsen sind.

Nun hat Knauff eine sehr wichtige Tatsache festgestellt, nämlich den Austritt des Plexus sacralis in jener Region der Wirbelsäule von *Phocaena*, die wir aus den früher erörterten Gründen mit Sacralwirbeln identifiziert haben. Aus dieser wertvollen Beobachtung Knauff's ergibt sich mit voller Sicherheit, daß *Phocaena* nur 6 Lendenwirbel besitzt und wir erhalten somit auf anderem Wege eine Bestätigung der früher durch Analogieschluß gewonnenen Zahl von 20 thoracolumbaren Wirbeln bei den Cetaceen.

Die Zahl der Caudalwirbel dürfte bei *Eurhinodelphis Cocheteuxi* 19 betragen haben; die 17 vorderen sind bekannt.

Die Wirbelformel von *Eurhinodelphis Cocheteuxi* ist daher folgende:

7 cerv. + 11 thorac. + 9 lumb. + 3 sacr. + 19 caud.

IX. Körpergröße.

Die Gesamtlänge der größten Exemplare (wahrscheinlich Männchen) aus dem Boldérien von Antwerpen dürfte 5 *m* betragen haben; in der Regel erreichen aber erwachsene Tiere

nur eine Länge von ungefähr 4·50 *m*. Die beiden kleineren Arten *E. longirostris* und *E. cristatus* schwanken zwischen 2·30 und 3 *m* Körperlänge bei erwachsenen Individuen.

X. Lebensweise.

Zur Beurteilung der Lebensweise von *Eurhinodelphis* sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Die ungewöhnlich kräftigen Caudalwirbel.
2. Die freien Halswirbel.
3. Die Länge der Schnauze.
4. Die Reduktion des Gebisses auf den Oberkiefer und Unterkiefer, in welchen die Zähne nur lose eingefügt waren und bei der Fossilisation verloren gingen.
5. Das Zahlenverhältnis der Eurhinodelphiden gegenüber den anderen Elementen der Odontocetenfauna des Boldérien von Antwerpen.
6. Der gute Erhaltungszustand der Reste.

Aus der kräftigen Entwicklung der Caudalwirbel geht hervor, daß die Schwanzmuskulatur kräftig entwickelt war und somit das Tier zu schnellem Schwimmen befähigte.

Die freien Halswirbel gestatteten eine große Beweglichkeit des Kopfes, welche mit Ausnahme von *Beluga* und *Monodon* bei allen marinen Odontoceten auf ein Minimum reduziert ist, dagegen bei den drei lebenden longirostren Flußzahnwalen *(Stenodelphis, Inia, Platanista)* noch in gleichem Grade vorhanden ist.

Die freie Beweglichkeit der Halswirbel steht in Zusammenhang mit der beträchtlichen Schnauzenlänge, einer Eigentümlichkeit der fluviatilen Delphine, sowie fluviatiler Krokodile *(Gavialis, Tomistoma,* usf.).

Die Zahnlosigkeit des nur von den Praemaxillaren gebildeten Schnauzenendes, welches den Unterkiefer höchst wahrscheinlich weit überragte, läßt vermuten, daß *Eurhinodelphis* in ähnlicher Weise wie der Scherenschnabel *(Rhynchops nigra)* das Wasser nach Futtertieren durchpflügte. Als Waffe kann das ungemein zart gebaute, verlängerte Rostrum nicht gedient haben.

Die Nahrung dürfte hauptsächlich aus Fischen bestanden haben, wofür der Besitz der zahlreichen Zähne spricht. Der lockere Verband der Zähne mit den Alveolen deutet aber darauf hin, daß neben den Fischen auch Cephalopoden als Nahrung dienten; die teuthophagen Zahnwale (Ziphiiden) haben ein hochgradig reduziertes Gebiß, ähnlich wie die hochspezialisierten Endglieder des Ichthyosaurierstammes *Ophthalmosaurus* und *Baptanodon*.

Die Eurhinodelphiden bilden numerisch den weitaus überwiegenden Bestandteil der Zahnwalfauna des Boldérien. Während ihre Reste sehr gut erhalten sind und nur höchst selten Abrollungsspuren zeigen, sind die schweren kompakten Schädel der Ziphiiden und die sehr widerstandsfähigen Physeteridenzähne sowie die übrigen Reste der Physeteriden stark zerbrochen und fast immer abgerollt.

Dies beweist, daß die Kadaver der heute die Hochsee bewohnenden Ziphiiden und Physeteriden von der Brandung des Boldérienmeeres stark und lange gerollt wurden, während die Leichen der Eurhinodelphiden rasch vom Strandsand umhüllt worden sind.

Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß die Eurhinodelphiden litorale Tiere gewesen sein müssen, welche die obermiozäne Meeresbucht von Antwerpen in zahlreichen Schulen bevölkerten.

Berücksichtigen wir nunmehr die Ergebnisse, zu denen wir durch die ethologischen Vergleiche der Schnauzenlänge und der Beweglichkeit der Halswirbel gelangt sind, so erhalten wir folgendes Bild von der Lebensweise dieser Tiere:

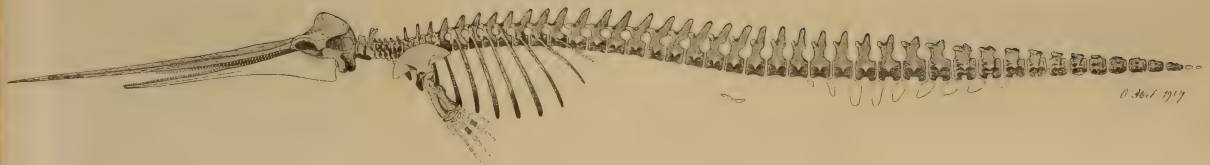
Es waren schnelle Schwimmer, welche sich in großen Mengen in ruhigen seichten Meeresbuchten aufhielten und eine ähnliche Lebensweise führten wie heute *Stenodelphis Blainvillei* an der Mündung des Rio de la Plata. Die Untersuchungen von A. Rutot haben überdies sehr wahrscheinlich gemacht, daß in die Miozänbucht von Antwerpen ein großer Strom einmündete, so daß die Übereinstimmung der Lebensweise von *Stenodelphis* und *Eurhinodelphis* dadurch bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

XI. Die geographische Verbreitung der Eurhinodelphiden.

In größerer Menge nur aus der Miozänbucht von Antwerpen bekannt; vereinzelte Funde von langschnauzigen Odontoceten, die entweder mit *Eurhinodelphis* identisch oder doch nahe verwandt sind, liegen aus dem Miozän Nordamerikas, namentlich aus Maryland vor. In der Mediterranregion ist *Eurhinodelphis* bis jetzt noch nicht gefunden worden und ist, wie aus den bisherigen Funden hervorgeht, auf die Ost- und Westküste des nördlichen Atlantik beschränkt gewesen.

XII. Phylogenetische Stellung der Eurhinodelphiden.

Die Eurhinodelphiden sind einerseits mit den Ziphiiden, andrerseits mit den Acrodelphiden nahe verwandt, ohne aber direkt von ihnen abzustammen; sie lassen sich auf Odontoceten mit langem Rostrum und zahlreichen, kegelförmigen, einwurzeligen Zähnen zurückführen. Die Familie der Eurhinodelphiden, welche neben der Gattung *Eurhinodelphis* mehrere nicht genügend bekannte nordamerikanische Gattungen (*Priscodelphinus*, *Ixacanthus* u. a.) umfaßt, ist ohne Nachkommen noch im oberen Miozän erloschen.



Eurhinodelphis Cocheteuxi, du Bus 1867.

Bolderien (Obermiozän) von Antwerpen.

Körperlänge: 4·50—5 m.

Die unbekannten Teile des Skeletts sind hell gehalten und nur in den Umrissen angedeutet, die bekannten schraffiert. Die Neurapophysen mehrerer Wirbel sind ergänzt, ebenso einige Rippen. Für die Rekonstruktion des Handskeletts hat die Hand von Physeter macrocephalus als Vorlage gedient.

Cetaceenstudien.

II. Mitteilung:

Der Schädel von Saurodelphis argentinus aus dem Pliozän Argentiniens

von

Prof. **O. Abel.**

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. März 1909.)

I. Übersicht der bisher beschriebenen Reste von Saurodelphis und Pontoplanodes.

Im Jahre 1871 beschrieb H. Burmeister ein Unterkieferfragment eines Zahnwales aus dem Paranien (= Pliozän) von Parana unter dem Namen *Saurocetes argentinus* Burm.

Die wichtigsten Merkmale dieses Restes bestehen in der brillenförmigen Gestalt der Alveolen, welche lateral stark komprimierte, konische Zähne tragen, deren Wurzel verdickt ist und bei den hinteren Zähnen rettigförmig in zwei oder drei Spitzen endet.

Zwanzig Jahre später beschrieb F. Ameghino ein zweites Unterkieferfragment aus derselben Formation und aus demselben Gebiet. Dieses Bruchstück gehört dem Vorderende der Unterkiefersymphyse an und trägt noch fünf Zähne, die in brillenförmigen Alveolen von ähnlicher Form wie bei *Saurocetes argentinus* Burm. stecken. Mit Rücksicht auf die geringere Größe des zweiten Fragmentes und die etwas verschiedene Form der Zähne trennte F. Ameghino dieses zweite Unterkieferbruchstück unter dem Namen *Saurocetes obliquus* von dem zuerst beschriebenen *Saurocetes argentinus* ab.

Bald darauf erschien eine Note Ameghino's, in welcher er auseinandersetzte, daß der Name *Saurocetes*, weil präokkupiert, abzuändern sei; Ameghino schlug an Stelle dieses Namens die Bezeichnung *Pontoplanodes* vor. Die Grundlage der von Ameghino errichteten Gattung *Pontoplanodes* bilden also zwei Unterkieferfragmente, deren erstes von Burmeister als *Saurocetes argentinus* und deren zweites von Ameghino als *Saurocetes obliquus* beschrieben worden war.

Im selben Jahre veröffentlichte Burmeister eine größere Abhandlung über einen Zahnwalschädel aus dem Paranien von Parana, den er mit seiner im Jahre 1871 beschriebenen Art identifizierte. Mit Rücksicht auf die Präokkupation des Gattungsnamens *Saurocetes* änderte Burmeister denselben in *Saurodelphis* ab.

Die Grundlage der nunmehr von Burmeister neu beschriebenen Form *Saurodelphis argentinus* bildeten 1. das im Jahre 1871 beschriebene bezahnte Unterkieferfragment, 2. ein Schnauzenfragment, das Vorderende des Rostrum umfassend, welches brillenförmige Alveolen aufweist, aber keine Zähne mehr enthält und 3. ein größeres Schädelfragment, welches von Burmeister mit dem Rostralfragment kombiniert und rekonstruiert wurde. Burmeister vereinigte 4. das von Ameghino als *Saurocetes obliquus* beschriebene Unterkieferfragment mit *Saurodelphis argentinus*.

In einer bald darauf erschienenen polemischen Abhandlung wies Ameghino auf mehrere Irrtümer Burmeister's hin, welcher Unterkiefer und Oberkiefer verwechselt hatte und trat der Auffassung Burmeister's entgegen, welcher auch das von Ameghino als *Ischyrorhynchus Van Benedeni* beschriebene Rostralfragment eines Zahnwals aus dem Paranien von Parana zur Gattung *Saurodelphis* gestellt hatte. Ameghino hielt die Trennung von *Pontoplanodes argentinus, Pontoplanodes obliquus* und *Ischyrorhynchus Van Benedeni* aufrecht.

Das auffallendste Merkmal jener Kieferreste, welche zuerst Burmeister als *Saurocetes argentinus*, dann Ameghino als *Pontoplanodes obliquus* und Burmeister als *Saurodelphis argentinus* beschrieben hatten, ist die brillenförmige

Gestalt der Alveolen und die eigentümliche Verdickung und Gabelung der Zahnwurzeln.

Betrachtet man die von Burmeister gegebene rekonstruierte Abbildung des Schädels von *Saurodelphis argentinus*, so fällt sofort auf, daß der vordere Teil des Rostrums brillenförmige, der rückwärtige Teil aber ovale Alveolen trägt. Dieser scharfe Gegensatz erklärt sich daraus, daß die beiden von Burmeister kombinierten Schädelfragmente ganz verschiedene Alveolenformen aufweisen.

Um Klarheit darüber zu gewinnen, ob diese beiden Fragmente in der Tat demselben Tiere angehören, oder ob nicht etwa zwei von ganz verschiedenen Zahnwalgattungen stammende Schädelfragmente zu einem Schädel vereinigt worden waren, wandte ich mich an Herrn F. Ameghino mit der Bitte, von den betreffenden Schädelresten Photographien anzufertigen und mir dieselben behufs Prüfung der Burmeisterschen Angaben zur Verfügung stellen zu wollen. Herr F. Ameghino hatte die Liebenswürdigkeit, mir diese Photographien zu übersenden und schrieb mir darüber folgendes (Brief vom 8. Juni 1905):

»Vos doutes sur l'exactitude du dessin du crâne de ce dauphin sont justifiées. Burmeister a tracé le dessin d'après un crâne imparfait en le completant avec la partie antérieure du rostre d'un autre individu; de ce dernier il en donne aussi le dessin à part dans la figure 2 de la Pl. VIII, mais avec le bout antérieur restauré. J'ai fait photographier les deux pièces vues d'en haut et dans bas.

Il est pour moi évident que le rostre n'était pas si long qui le figure Burmeister, car le bout postérieur du morceau de rostre isolé ne concorde pas avec le bout antérieur du crâne, ce dernier étant dans ce point plus étroit et moins gros. En outre, les alvéoles de la partie antérieure isolée du rostre sont beaucoup plus comprimées, plus allongées, d'avant, en arrière et moins espacées. Cette différence est si considérable que je crois possible que les deux pièces soient de deux espèces distinctes.«

Aus den von Herrn F. Ameghino übersandten Photographien geht mit voller Klarheit hervor, daß zwei durchaus

heterogene Zahnwalreste von Burmeister kombiniert und zu dem phantastischen Bilde des Schädels von *Saurodelphis argentinus* ergänzt worden sind. Das Vorderende des Rostralfragmentes, welches Burmeister dem größeren Schädelfragmente anfügte, stimmt in allen wesentlichen Merkmalen mit der Type von *Saurocetes argentinus* Burm. 1871 überein, während die Zähne und Alveolen des großen Schädelfragmentes einen durchaus verschiedenen Charakter aufweisen.

Wir haben also die besprochenen Reste aus dem Paranien von Parana in folgender Weise zu trennen:

I. **Pontoplanodes**, Ameghino 1891.

Synonyma:

Saurocetes, Burmeister (non Agassiz), 1871. (H. Burmeister, On *Saurocetes argentinus*, a New Type of Zeuglodontidae. — Ann. Mag. Nat. Hist. [4], VII, 1871, p. 51—55, Pl. I).

Saurocetes, Ameghino, 1891. (F. Ameghino, Caracteres diagnósticos de cincuenta especies nuevas de mamíferos fósiles argentinos. — Revista Argentina, Buenos Aires, Junio 1° de 1891, T. I., Entr. 3ª, p. 163, fig. 71.)

Pontoplanodes, Ameghino, 1891. (F. Ameghino, Mamíferos y aves fósiles argentinas. — Especies nuevas, adiciones y correcciones. — Revista Argentina, Buenos Aires, Agosto 1° de 1891, T. I., Entr. 4ª, p. 255.)

Saurodelphis, Burmeister, 1891, p. p. (H. Burmeister, Continuacion á las adiciones al examen crítico de los mamiferos fósiles terciarios. VI. Cetacea. — Anales del Museo Nacional de Buenos Aires. T. III. 1891. p. 451—461, Pl. VIII, Fig. 2 [Rostrum], Fig. 6 [Unterkiefer], Fig. 5 [vorderes Rostralende in der kombinierten Schädelzeichnung], Fig. 7, 8, 9 [Zähne], Fig. 4 [Querschnitt des Unterkiefers] und das vordere Ende des rekonstruierten Rostrums in der Schädelzeichnung, Fig. 1.)

Pontoplanodes, Ameghino, 1892, p. p. (F. Ameghino, Répliques aux critiques du Dr. Burmeister sur quelques genres de mammifères fossiles de la Republique Argentine. — Boletin de la Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba, Enero de 1892, T. XII, Entr. 4ª, p. 453—454.)

Saurodelphis, Abel, 1901, p. p. (O. Abel, Les Dauphins longirostres du Boldérien [Miocène supérieur] des environs d'Anvers, I. Part. — Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., T. I, 1901, p. 10—12, Fig. 1, 2, 3, Pl. I, Fig. 1 [p. p.], Pl. II, Fig. 1 [p. p.].)

Saurodelphis, Abel, 1905, p. p. (O. Abel, Les Odontocètes du Boldérien [Miocène supérieur] d'Anvers. — Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., T. III, 1905, p. 42.)

Type der Gattung:

Der von Burmeister 1871 beschriebene Unterkiefer aus dem Paranien von Parana.

Arten:

1. *Pontoplanodes argentinus*, Burmeister, 1871. Paranien von Parana (Pliozän).

   Type: Der von Burmeister 1871 beschriebene bezahnte Unterkiefer (Ann. Mag. Nat. Hist. [4], VII, 1871, p. 51—55, Pl. I).

   Weitere Reste: Vorderende des Rostrums, beschrieben von Burmeister 1891 (An. Mus. Nac. Buenos Aires, III, 1891, Pl. VIII, Fig. 2; Fig. 5 pro parte). Kopie bei O. Abel (Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., I, 1901, p. 11, Fig. 3). Photographie des Originals: Taf. I, Fig. 3, 4.
2. *Pontoplanodes obliquus*, Ameghino, 1891. Paranien von Parana (Pliozän).

   Type: Der von Ameghino 1891 beschriebene bezahnte Unterkiefer (Rev. Argentina, I, 1891, p. 163—164, Fig. 71).

II. **Saurodelphis** Burmeister, 1891.

Synonyma:

Saurodelphis, Burmeister, 1891, p. p. (H. Burmeister, l. c., An. Mus. Nac. Buenos Aires, III, 1891, p. 451—461, Pl. VIII, Fig. 1 [Schädel von oben], Fig. 5 [Schädel von der Seite].)

Pontoplanodes, Ameghino, 1892, p. p. (F. Ameghino, l. c., Bol. Acad. Cienc. Córdoba, XII, 1892, p. 453—454).

Saurodelphis, Abel, 1901, p. p. (O. Abel, l. c., Mém. Mus. Hist. Nat. Belg., I, 1901, Pl. I, Fig. 1, Pl. II, Fig. 1.)

Saurodelphis, Abel, 1905, p. p. (O. Abel, l. c., Mém. Mus. Hist. Nat. Belg., III, 1905, p. 42.)

Type der Gattung:

Der von Burmeister 1891 beschriebene und abgebildete Schädel aus dem Paranien von Parana.

Arten:

1. *Saurodelphis argentinus* Burmeister 1891. Paranien von Parana (Pliozän).

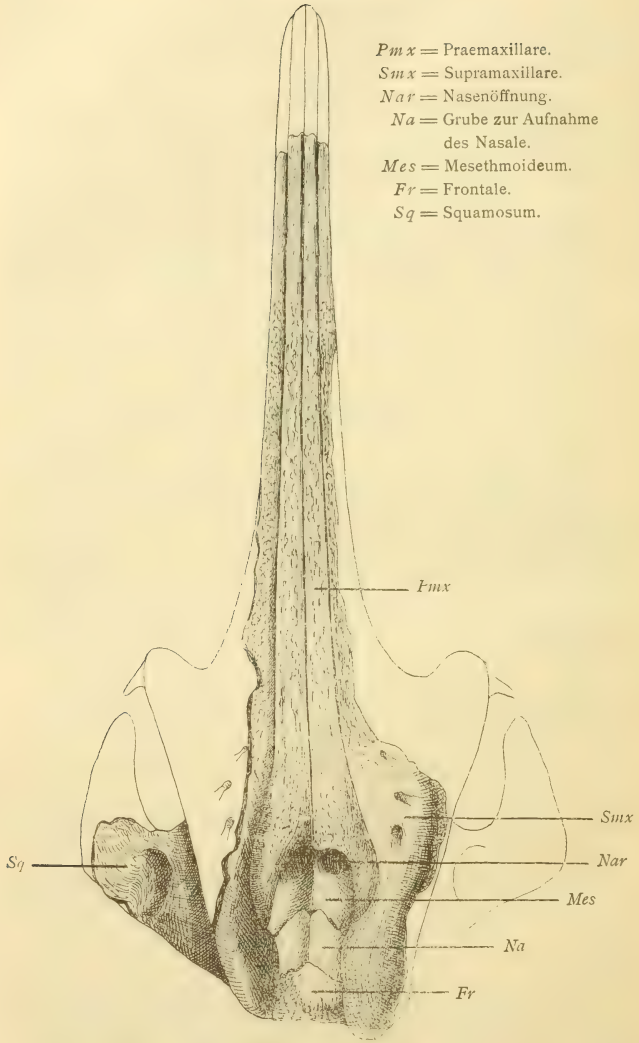
   Type: Der von Burmeister 1891 beschriebene und abgebildete Schädel aus dem Paranien von Parana.

II. Der Schädel von Saurodelphis argentinus Burm. 1891.

(Taf. I, Fig. 1, 2; Textfigur.)

1. Gebiß.

Der Schädel läuft in ein verhältnismäßig langes und schmales Rostrum aus, dessen Kieferränder samt Alveolen



Saurodelphis argentinus Burmeister 1891.

Rekonstruktion des Schädels in 2/9 der nat. Gr. — Paranien (Pliozän) von Parana.

und Zähnen aber nur im vordersten Rostralteile gut erhalten sind.

Jeder Oberkiefer trägt noch je drei Zähne, welche in den vordersten Alveolen stecken. Die Alveolen sind ziemlich unregelmäßig geformt; der Umriß ist ungefähr eiförmig, und zwar ist der vordere Teil der Alveolen breiter als der hintere.

Diese ungewöhnliche Alveolenform ist durch den eiförmigen Querschnitt der Zahnwurzeln bedingt, der namentlich an dem vordersten der drei im linken Oberkiefer erhaltenen Zähne gut sichtbar ist.

Die Zähne sind schräge nach vorne gerichtet und ihr Basalteil erscheint im Verhältnisse zur Krone stark aufgetrieben. Derartige Wurzelverdickungen sind bei Zahnwalen nicht selten zu beobachten (z. B. bei Physeteriden und Ziphiiden) und treten namentlich in der Familie der Iniiden bei vielen Gattungen auf.

Keiner der sechs erhaltenen Zähne besitzt eine unversehrte Krone; alle sind abgebrochen, und zwar ungefähr in gleicher Höhe über dem Kieferrande.

Daß der eiförmig verdickte und noch in den Alveolen steckende Basalteil der Zähne nicht der Krone, sondern der Wurzel angehört, kann keinem Zweifel unterliegen; da bei den meisten Zahnwalen mit verdickten Zahnwurzeln die letzteren weit über den Alveolenrand vorzuragen pflegen, möchte ich das gleiche auch für *Saurodelphis* vermuten und annehmen, daß die an allen Zähnen in ungefähr gleicher Höhe liegenden Bruchflächen der Grenze zwischen Wurzel und Krone entsprechen.

Der Kronenquerschnitt der Zähne muß mit Rücksicht auf die erhaltenen Reste derselben bei den vorderen Zähnen eiförmig, bei den hinteren oval gewesen sein.

Die Gestalt der Zahnkrone dürfte kegelförmig gewesen sein.

Im ganzen lassen sich im vorderen Abschnitte beider Oberkiefer beiderseits ungefähr je 15 Alveolen zählen. Die Alveolarränder der hinteren Partien beider Oberkiefer sind abgebrochen; wir werden jedoch kaum fehlgehen, wenn wir annehmen, daß auch diese fehlenden Partien bezahnt gewesen sind.

Wenn wir den Schädel von *Inia Geoffroyensis* dem Vergleich von *Saurodelphis argentinus* mit anderen Odontoceten zugrunde legen, so würden wir bei der Annahme eines in den Verhältnissen von *Inia* gebauten Rostrums und bei ungefähr gleichartiger Verteilung der Alveolen zu der Annahme einer Alveolarzahl von 25 in jedem Oberkiefer von *Saurodelphis argentinus* gelangen. Dabei würden die in den hinteren Kieferpartien stehenden Zähne dichter gedrängt sein als im vordersten Kieferabschnitte. Ebenso dürfen wir vermuten, daß die hinteren Zähne mit Ausnahme der fünf letzten etwas größer waren als die vorderen.

2. Supramaxillare.

In der Rostralregion bietet der Verlauf der Oberkiefer nichts Bemerkenswertes; dagegen ist die Gestalt dieser Knochen im Supraorbitalteile und Supratemporalteile außerordentlich charakteristisch.

Die Oberkiefer reichen bis an die hintere Grenze des Schädelfragmentes. Schon in der Supraorbitalregion wölben sich die Außenränder der Oberkiefer empor, so daß dieselben beiderseits über den Augenhöhlen eine Wanne bilden. Diese wannenartige Aushöhlung der Oberseite setzt sich bis an das Hinterende der Oberkiefer fort, die löffelförmig nach oben und hinten abschließen. Der rechte Oberkiefer ist in seinem hintersten Abschnitte kräftiger, breiter, länger und ist etwas tiefer ausgehöhlt als der linke, so daß der Schädel stark asymmetrisch erscheint. Im Supraorbitalflügel des rechten Oberkiefers sind drei hintereinander liegende Foramina suborbitalia zu beobachten.

Die eigentümliche Aushöhlung der Oberkiefer in der Supraorbital- und Supratemporalregion weist mit Bestimmtheit darauf hin, daß der Schädel in diesem Teile ganz ebenso oder doch zum mindesten ganz ähnlich wie bei *Inia Geoffroyensis* gebaut war. Die Temporalgrube wurde nicht, wie z. B. bei *Eurhinodelphis*, von breiten Flügeln des Frontale und Supramaxillare überdacht, sondern muß fast ganz frei gelegen sein. Dies geht unter anderem aus dem teilweise erhaltenen Außenrand des Supratemporalflügels des linken Supramaxillare

hervor; man sieht an diesen Stellen, daß der Außenrand des Oberkiefers einen scharfen Kamm bildete wie bei *Inia Geoffroyensis*. Der Verlauf des Außenrandes ist mit Rücksicht auf die zahlreichen Bruchstellen nicht mit Sicherheit zu verfolgen; man kann jedoch feststellen, daß der Oberkiefer im Supraorbitalteile breiter war als im Supratemporalabschnitte. Ganz dieselben Verhältnisse in der Breite der beiden Abschnitte finden wir am Schädel von *Inia*, so daß wir nicht fehlgehen dürften, wenn wir den Außenrand des Oberkiefers von *Saurodelphis argentinus* in derselben Weise rekonstruieren. Das auf diese Weise entstehende Bild des Schädels weicht außerordentlich von der Rekonstruktion Burmeister's ab, da in derselben die Oberkiefer sowohl die Orbita als auch die Schläfengrube fast vollständig überdachen. Durch diese Auffassung gelangte Burmeister zu der Vorstellung, daß die Oberkiefer von *Saurodelphis* in ähnlicher Weise wie bei *Platanista gangetica* nach oben aufsteigende Kämme gebildet haben, eine Anschauung, die vollkommen unrichtig ist und durch die tatsächlich zu beobachtenden Verhältnisse nicht die mindeste Stütze erhält.

Aus der Form des Supraorbitalflügels des Oberkiefers sind wir zu der Annahme gedrängt, daß in der Oberansicht des Schädels an der Antorbitalecke ein größerer Teil der Frontalia sichtbar gewesen sein muß.

3. Praemaxillare.

Die beiden Zwischenkiefer legen sich als lange, schlanke Knochenstäbe in der Rostralregion dicht aneinander. Aus der Verwachsung beider Knochen in der Rostralregion läßt sich ein sicherer Schluß auf ein höheres Alter des Individuums ziehen.

Die Zwischenkiefer umfassen seitlich die Nasenöffnung und sind an dieser Stelle etwas verdickt. Sie enden, in eine scharfe Spitze ausgezogen, unmittelbar hinter der Nasenöffnung und reichen daher ebensoweit nach hinten, als dies bei *Stenodelphis* und *Inia* der Fall ist.

4. Nasale.

Die beiden Nasalia fehlen dem Schädelreste von *Saurodelphis argentinus*, doch sind die Gruben in den Frontalia deutlich zu beobachten, in denen die Nasenbeine eingebettet waren. Aus der Form dieser Gruben kann mit Sicherheit der Schluß gezogen werden, daß die Nasalia rechteckige, dünne Knochenplättchen waren, die sich den Stirnbeinen dicht anschmiegten. Sie waren also zweifellos ganz ebenso entwickelt wie bei *Stenodelphis* und *Inia* und der Unterschied besteht nur darin, daß sie weiter hinten lagen als es bei *Inia* der Fall ist; ihre Lage stimmt eher mit den bei *Stenodelphis* zu beobachtenden Verhältnissen überein.

5. Frontale.

Von den beiden Stirnbeinen ist jene Partie erhalten, welche zwischen den beiden Enden der Oberkiefer liegt und mit einer Verdickung an der höchsten Stelle des Schädels endet, sowie Teile der beiden Supraorbital- und Supratemporalflügel.

Der zwischen den beiden Supramaxillaria sichtbare Abschnitt der Frontalia hat die Form eines schräge von vorne unten nach hinten oben aufsteigenden Keiles, dessen Oberseite durch eine mediane Kante dachförmig gestaltet wird. Zu beiden Seiten dieser Kante liegen die zur Aufnahme der Nasalia bestimmten Gruben; die beiden Nasenbeine vereinigten sich in der Mittellinie, so daß in der Oberansicht des unverletzten Schädels nur der oberste Abschnitt der postnasalen Partie der Frontalia sichtbar gewesen sein konnte.

Dieser supranasale Teil der Frontalia ist zu einem dicken Knopf aufgetrieben, der zugleich die höchste Stelle des Schädels bildet. Die vordere Begrenzung dieser verdickten Partie hat die Form eines niedrigen gleichschenkeligen Dreiecks, die hintere Grenze ist halbkreisförmig.

Eine ganz ähnliche und nur in den Umrissen verschiedene Verdickung besitzen die Frontalia von *Inia Geoffroyensis* an derselben Stelle, während sich bei *Stenodelphis Blainvillei* keine derartige Auftreibung der Stirnbeine vorfindet; bei der

letztgenannten Form sind die Frontalia an der höchsten Stelle des Schädels flach und ähnlich geformt wie die vor ihnen liegenden Nasalia.

Vom Supraorbitalflügel und Supratemporalflügel der Frontalia ist nur wenig erhalten und die erhaltenen Partien besitzen keine besonderen Merkmale.

6. Squamosum.

Von diesem Knochen ist nur der Basalteil des Jochfortsatzes, sowie der Schläfenabschnitt der linken Schädelseite erhalten. Aus der Form des vorhandenen Restes des Jochfortsatzes geht hervor, daß derselbe ungewöhnlich kräftig gebaut war und ziemlich weit von der Schädelkapsel abstand.

Bei einem Vergleiche mit dem Squamosum von *Stenodelphis* und *Inia* ergibt sich, daß der Jochfortsatz weiter hinten lag als bei *Stenodelphis*, aber weiter vorne als bei *Inia*. *Saurodelphis* nimmt also in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein

Aus den mir vorliegenden Photographien läßt sich die Grenze zwischen Squamosum und Parietale nicht mit Sicherheit feststellen. Beachtenswert ist dagegen das Vorhandensein einer tiefen Grube auf der Dorsalseite der Basalpartie des Processus zygomaticus.

7. Parietale.

Nach Burmeister umfassen die beiden Parietalia die Stirnbeine derart, daß sie auf der Oberseite des Schädels in der Mitte zusammenstoßen. Der Schädelrest von *Saurodelphis argentinus* gibt jedoch diesbezüglich nicht den geringsten Anhaltspunkt. Wir kennen die Parietalia von *Saurodelphis* nur aus jenen Partien, die in der Temporalgrube zu sehen sind; das Zusammenstoßen der Parietalia auf der Oberseite des Schädeldaches ist aus dem Grunde nicht zu beobachten, weil das Schädelfragment mit den Oberenden der Supramaxillaria und der Frontalia endet. Es ist auch mit Rücksicht auf das Verhalten der Parietalia bei *Stenodelphis* und *Inia* ganz unwahrscheinlich, daß dieselben Knochen bei *Saurodelphis* auf dem Schädel in Form eines Bandes zwischen dem Supraoccipitale und den Frontalia sichtbar waren; vielmehr dürfen

wir vermuten, daß das Supraoccipitale unmittelbar mit den Stirnbeinen in Verbindung trat.

8. Vomer.

Der Vomer ist nur zum Teile erhalten; er kommt auf der Unterseite des Schädels in der Rostralregion zum Vorschein. Sein Verhalten in der Rostralpartie zeigt ebensowenig etwas ungewöhnliches als der zwischen den Choanen liegende Teil. Der Vomer ist überhaupt in seiner Form und Ausbildung bei den verschiedenen Zahnwalen nur äußerst geringen Veränderungen unterworfen und daher in morphologischer Hinsicht ohne besonderen Wert.

9. Mesethmoideum.

Das Mesethmoid ist hochgradig verknöchert, wodurch die schon aus dem Verwachsungsgrade der Zwischenkiefer gezogene Schlußfolgerung auf ein höheres Alter des Individuums ihre Bestätigung findet.

10. Palatinum.

Auf der Unterseite des Rostrums ist die Grenznaht zwischen den beiden Supramaxillaria und Palatina sehr deutlich zu sehen. Die Palatina nähern sich in der Mittellinie unter einem sehr spitzen Winkel, so daß ihre Grenzen gegen die Supramaxillaria in der Form eines Λ verlaufen. Zwischen den Palatina wird der Vomer in einem schmalen Streifen sichtbar.

11. Pterygoideum.

Von den beiden Pterygoidea sind so dürftige Reste erhalten, daß ein Urteil über ihre Ausdehnung und Form nicht abgegeben werden kann.

12. Neue Rekonstruktion des Schädels.

Die mir vorliegenden Photographien gestatten eine neue Rekonstruktion von *Saurodelphis argentinus*. Die Unterseite des Restes ist freilich so schlecht erhalten, daß von einer

Rekonstruktion derselben abgesehen werden muß; die Oberseite des Schädels bietet aber so viele Eigentümlichkeiten dar, daß der Versuch einer Rekonstruktion derselben berechtigt ist.

Als Grundlage für die Rekonstruktion diente neben dem Schädelrest von *Saurodelphis argentinus* ein Schädel der *Inia Geoffroyensis*, mit welcher *Saurodelphis* zweifellos die größte Ähnlichkeit besitzt.

Auf Grundlage dieser Vergleiche komme ich zunächst zu dem Ergebnisse, daß die von Burmeister vermutete Gesamtlänge des Rostrums viel zu hoch gegriffen ist. Durch Kombination des Rostralfragmentes von *Pontoplanodes argentinus* Burm. mit *Saurodelphis argentinus* Burm. kam Burmeister zu dem Schlusse, daß die Rostrallänge von *Saurodelphis argentinus* 65 bis 70 *cm* betrug (l. c. p. 454). Das ist eine zweifellos zu hoch gegriffene Schätzung, da das fehlende Stück des Rostrums kaum ein Drittel der Länge des von Burmeister ergänzten Stückes betragen haben kann. Ich schätze die Rostrallänge auf höchstens 47 *cm*.

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Revision ist die Abänderung der Formen des Supraorbital- und Supratemporalflügels der Oberkiefer, welche weder die Orbita noch die Schläfengrube in der von Burmeister dargestellten Weise verdeckten, sondern nur einen schmalen Streifen zu beiden Seiten der Schädelkapsel bildeten.

Ferner erscheint in der neuen Rekonstruktion die Gestalt des Hinterhauptes vollständig abgeändert.

Während Burmeister die zur Aufnahme der Nasalia dienenden Gruben in den Stirnbeinen übersah, können die Umrisse desselben sichergestellt werden und sind daher in die neue Rekonstruktion aufgenommen.

Wesentlich verschieden gegenüber der Burmeister'schen Ergänzung ist auch die Form und Breite des Rostrums in der Antorbitalregion; die Rekonstruktion dieses Teiles stützt sich hauptsächlich auf die Gestalt dieser Kieferpartie bei *Inia Geoffroyensis*.

Die Größe des Schädels von *Saurodelphis argentinus* Burm. übertrifft jene bei *Inia* sehr bedeutend; nach dem bizygomatischen Durchmesser zu urteilen, dürfte der Schädel

von *Saurodelphis argentinus* fast doppelt so groß als der von *Inia Geoffroyensis* gewesen sein.

III. Die systematische Stellung von Saurodelphis.

H. Burmeister[1] hatte im Jahre 1871 die von ihm aufgestellte Gattung *Saurocetes* zuerst den Zeuglodontiden eingereiht; im Jahre 1891 stellte er sie zu den Delphiniden.[2] F. Ameghino errichtete im selben Jahre[3] für die beiden Arten *Saurocetes argentinus* Burm. und *Saurocetes obliquus* Amegh. eine neue Famlie, die *Saurocetidae*. Zwei Monate später[4] änderte er den Namen *Saurocetes* Burm. in den neuen Namen *Pontoplanodes* um und wies bei dieser Gelegenheit auf eine Mitteilung Cope's hin, nach welchem zwar *Saurocetus* Ag. (non Burm.!) ein echter Zeuglodontide, *Pontoplanodes* dagegen kein Glied dieser Familie sei.

Im Jahre 1905 änderte ich mit Rücksicht auf den von Ameghino eingezogenen Namen *Saurocetes* die Bezeichnung der Familie *Saurocetidae* in *Saurodelphidae*[5] ab und wies darauf hin, daß der von Burmeister beschriebene Schädel so beträchtlich von allen anderen bisher bekannten Zahnwalschädeln abweicht, daß die Trennung der Saurodelphiden von den übrigen Zahnwalfamilien gerechtfertigt ist.

Vor kurzem erklärte F. W. True,[6] daß die Vorsprünge des Oberkiefers und andere Merkmale des Schädels von *Saurodelphis* auf eine Verwandtschaft mit *Platanista* hinweisen;

---

[1] H. Burmeister, On Saurocetes argentinus, a New Type of Zeuglodontidae. — Ann. Mag. Nat. Hist. (4), VII, 1871, p. 51—55, Pl. I.

[2] H. Burmeister, Continuacion á las adiciones al examen crítico de los mamíferos fósiles terciarios. — Anales Mus. Nac. Buenos Aires, III, Entr. 18, 1891, p. 451—461. Lám. VIII.

[3] F. Ameghino, Caracteres diagnósticos de cincuenta especies nuevas de mamíferos fósiles argentinos. — Revista Argentina, I, Junio 1° de 1891, entr. 3^a, p. 163.

[4] F. Ameghino, Mamíferos y aves fósiles argentinas. — Especies nuevas, adiciones y corecciones. Ibidem, Agosto 1° de 1891, entr. 4^a, p. 255.

[5] O. Abel, Les Odontocètes du Boldérien (Miocène supérieur) d'Anvers. — Mém. Musée R. d'Hist. nat. Belg., III, Bruxelles 1905, p. 42.

[6] F. W. True, On the Classification of the Cetacea. — Proc. Amer. Philos. Soc. XLVII, No. 189, 1908, p. 391.

er führt namentlich die Ausbildung irregulärer Zahnwurzeln bei zunehmendem Alter als einen Beweis für die Stammesverwandtschaft beider Formen an und vereinigt daher *Saurodelphis* provisorisch mit *Platanista* in der Familie der Platanistiden.

Sowohl meine Auffassung als auch die F. W. True's beruht auf der Abbildung und Beschreibung, die H. Burmeister von *Saurodelphis argentinus* entwarf. Daß aber dieselben in wesentlichen Punkten zu berichtigen sind, habe ich im vorigen Abschnitte dieser Mitteilung nachzuweisen gesucht. Damit werden alle Ansichten über die phylogenetische und systematische Position von *Saurodelphis* hinfällig, die bisher vertreten worden sind.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß unter den lebenden Odontoceten *Inia* die weitaus größte Ähnlichkeit mit *Saurodelphis* besitzt. Die übereinstimmenden Merkmale beider Gattungen sind folgende:

1. Die Form des Supraorbital- und Supratemporalflügels des Supramaxillare.

Vergleicht man die Photographien des Schädels von *Saurodelphis argentinus* Burm. mit jenen der übrigen longirostren Odontoceten,[1] so kann für einen engeren Vergleich nur der Schädel von *Inia* in Betracht gezogen werden. Nur bei dieser Gattung bildet der Oberkiefer eine, wie bei *Saurodelphis* in der Supraorbitalregion breitere, in der Supratemporalregion dagegen verschmälerte Wanne.

Der Unterschied besteht jedoch darin, daß bei *Saurodelphis* die Supramaxillarflügel der Oberkiefer bedeutend weiter gegen das Hinterhaupt geschoben sind als bei *Inia*. Infolgedessen ist auch bei *Saurodelphis* der zwischen den Oberkiefern liegende postnasale Abschnitt des Frontale weit stärker nach hinten gerückt als bei *Inia*.

Die Form der Oberkiefer im Supraorbital- und Supratemporalabschnitte gibt dem Schädel von *Saurodelphis* das

---

[1] O. Abel, Les Dauphins longirostres du Boldérien (Miocène supérieur) des environs d'Anvers. — Mém. Musée R. d'Hist. Nat. Belg., I, 1901, Pl. I, II, III.

kennzeichnende Gepräge. Die geringe Breite der Oberkiefer bedingt die Weite der nicht überdachten Orbita und der Schläfengrube in der Oberansicht des Schädels.

2. Die Frontalverdickung an der höchsten Stelle des Schädels.

Unter den verschiedenen longirostren Odontoceten kommt bei einem Vergleiche dieser Partie gleichfalls nur *Inia* als die ähnlichste Form in Betracht.

Während bei *Stenodelphis* und ebenso bei dem nahe verwandten *Pontistes* aus dem Paranien die Frontalia zwischen den beiden Oberkieferenden nicht verdickt sind, ist dies bei *Inia* in fast demselben Maße wie bei *Saurodelphis* der Fall. Der Unterschied besteht in dem verschiedenen Umrisse der Verdickung, sowie in der verschiedenen Entfernung dieser Stelle von der Nasenöffnung. Bei *Inia* ist diese Entfernung bedeutend kleiner als bei *Saurodelphis*.

Damit steht der verschiedenartige Grad der Neigung der hinteren Nasenwand bei den beiden in Vergleich gezogenen Formen in Zusammenhang. Bei *Saurodelphis* fällt die hintere Nasenwand unter weit geringerer Neigung nach vorne ab als bei *Inia*; infolgedessen ist auch in der Oberansicht des Schädels von *Saurodelphis* der Umriß der beiden flachen Nasenbeine viel deutlicher zu sehen als bei *Inia*.

Da diese Verschiebung nach hinten bei *Saurodelphis* einen so hohen Grad erreicht, so kann das Hinterhaupt dieser Art nicht in derselben Ausdehnung in der Oberansicht des Schädels sichtbar gewesen sein als bei *Inia* und infolgedessen habe ich in der neuen Rekonstruktion nur einen sehr kleinen Abschnitt des Supraoccipitale hinter den Frontalia zur Darstellung gebracht.

3. Die Form des Pränasalabschnittes der Praemaxillaria.

Unter den verschiedenen Zahnwalen, bei denen der Zwischenkiefer eine pränasale Verdickung zeigt, ist *Inia* die einzige Form, deren Zwischenkiefer in diesem Abschnitte ebenso wie bei *Saurodelphis* gebaut sind. Bei *Stenodelphis* sind

die Zwischenkiefer vor der Nasenöffnung sehr stark verdickt und geben daher ein anderes Bild.

4. Die Form der Zähne.

Die Zähne von *Saurodelphis* sind sehr kräftig; ihre Wurzeln sind verdickt und die vorderen Zähne stark nach vorne geneigt. Das gleiche ist auch bei *Inia* der Fall. Ich möchte indessen auf diese Merkmale des Gebisses kein allzu großes Gewicht legen.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, daß *Saurodelphis argentinus* Burm. zweifellos mit *Inia Geoffroyensis* Blainv. unter allen bisher bekannten Zahnwalen am nächsten verwandt ist. *Saurodelphis* muß daher in die Familie der *Iniidae*, Subfamilie *Iniinae* eingereiht werden.

Die früher mit *Saurodelphis* identifizierte Gattung *Pontoplanodes* Amegh. gehört möglicherweise zur Familie der *Iniidae*, doch ist ihre systematische Stellung noch nicht präzisiert. Es ist daher geboten, die Gattung *Pontoplanodes* vorläufig als Gattung *incertae sedis* den Iniiden anzureihen.

Tafelerklärung.

Fig. 1. *Saurodelphis argentinus* Burmeister, 1891. Schädel, von oben gesehen.

Fig. 2. *Saurodelphis argentinus* Burmeister, 1891. Schädel, von unten gesehen.

Fig. 3. *Pontoplanodes argentinus* Burmeister, 1871. Fragment des Vorderendes des Rostrums, von unten gesehen.

Fig. 4. *Pontoplanodes argentinus* Burmeister, 1871. Fragment des Vorderendes des Rostrums, von oben gesehen.

Originalphotographien von F. Ameghino in Buenos Aires.

Ein Drittel der natürlichen Größe.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. IV. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Fragmente zur Mykologie

(VI. Mitteilung, Nr. 182 bis 288),

gleichzeitig

Zweite Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel und 35 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. März 1909.)

182. Über Agaricus Canarii Junghuhn.

In den Praemissa ad floram cryptogamicam Javae insulae, Batavia 1838 (Verh. v. h. Batav. Genott. v. Kunst en Wetensch., XVII. T., III. Stück, p. [82]), gibt Junghuhn eine für seine Zeit vortreffliche Beschreibung des obigen *Agaricus*, deren kritisches Studium mir es kaum zweifelhaft läßt, daß Junghuhn's Pilz derselbe ist, den Berkeley und Broome viel später als *Collybia apalosarca* beschrieben haben und dessen Synonymie und schließliche Benennung als *Oudemansiella apalosarca* (B. und Br.) v. H. ich in diesen Fragmenten Nr. 170 (1908) eingehend begründet habe.

Sieht man von ein paar Einzelheiten ab, wie, daß die Lamellen als frei und dünn beschrieben sind und daß die starke Schleimigkeit des Hutes nicht erwähnt wird, so stimmt die Beschreibung Junghuhn's vollkommen. Wahrscheinlich hat Junghuhn trockene Exemplare in Händen gehabt, wo die Lamellen vom Stiele abgelöst und durch teilweises Vertrocknen dünn geworden waren. An solchen Exem-

plaren ist auch von der schleimigen Beschaffenheit des Hutes nicht viel zu sehen. Der Pilz variiert sehr und sieht je nach dem Entwicklungszustande äußerst verschieden aus, was schon daraus hervorgeht, daß er nach Junghuhn noch fünfmal beschrieben wurde.

Von besonderer Beweiskraft ist der Umstand, daß Junghuhn das Auftreten des Velum universale erkannte und genau so beschreibt, wie dies bei *Oudemansiella apalosarca* der Fall ist. Ferner fiel Junghuhn die charakteristische Eigentümlichkeit des Pilzes massenhaft Sporen abzuwerfen, auf; er sagt: »Sporidia alba, copiosa«.

Von den oben erwähnten leicht erklärbaren Abweichungen abgesehen, stimmen die vielen Detailangaben Junghuhn's so vortrefflich zu den von mir gefundenen Exemplaren, daß es sich sicher um denselben Pilz handelt.

Junghuhn fand den Pilz bei Batavia. Da ich ihn in Buitenzorg (260 *m*) in der Ebene, bei Tjibodas und noch in Tjiburrum etwa in der Seehöhe von 1600 *m* fand, so ist derselbe jedenfalls weitverbreitet und sein Vorkommen bei Batavia wahrscheinlich.

Wenn meine hier ausgesprochene Überzeugung richtig ist, ist der älteste Name des Pilzes der Junghuhn'sche und muß der Pilz *Oudemansiella Canarii* (Jungh.) v. H. genannt werden. Noch sei bemerkt, daß in der Syll. Fung., V, p. 27, der Junghuhn'sche Pilz als fraglich zu *Amanitopsis* gestellt ist.

183. **Collybia muciflua** n. sp.

Büschelig dicht ausgebreitet rasig. Hut aus dem Halbkugeligen flach, 8 bis 15, meist 10 *mm* breit, graulich, in der Mitte und am Rande fast weiß, mit einer dicken Schichte zäher, hyaliner Gallerte bedeckt, durchscheinend gestreift, häutig, rund. Hutgewebe faserig, in der Mitte 700, gegen den Rand 100 bis 150 μ dick, aus gelatinös verdickten Hyphen bestehend. Stiel hohl, 2 bis 4 *cm* lang, oben 600 bis 800 μ dick, nach unten allmählich fast keulig auf 1 *mm* verdickt, der ganzen Länge nach mit einer dicken, nach unten an Stärke zunehmenden zähen, hyalinen Gallertschichte bedeckt, auf der zerstreut weiße Flöckchen sitzen. Stielgewebe außen (100 μ) aus knorpelig-

gelatinös verdickten, dicht verbundenen, innen aus derbwandigen, 6 bis 12 μ breiten parallelen Hyphen bestehend. Höhlung des Stieles etwa die halbe Stieldicke ausmachend, bis unter die Hutoberfläche reichend, oben weiter.

Stiel in der Region der Lamellen verdickt, oben weiß, nach unten graulich. Lamellen vom Hutrande aus allmählich breiter werdend, 1·3 bis 2 *mm* breit, 200 bis 250 μ dick, breit angewachsen und mit Zahn herablaufend, dreireihig, locker stehend. Ein 8 *mm* breiter Hut hatte 70 (14+18+38) Lamellen, davon 14 lange. Cystiden fehlen. Basidien zylindrisch, 12 bis 16 = 4 μ, mit 4 geraden, etwas auseinandergespreizten, 3 μ langen, pfriemlichen Sterigmen. Sporen hyalin, zylindrisch-elliptisch, unten seitlich mit Ansatzspitzchen, zarthäutig, 5 bis 6 = 2 bis 3 μ, Lamellen frisch weißlich, mit Stich ins Graue, mit weißer, etwas gezähnelter Schneide. Die Trama der Lamellen ist zirka 180 μ breit, die mittlere Schichte besteht aus mäßig dünnwandigen, dicht verwachsenen, 20 bis 25 μ breiten Hyphen, die äußeren aus verquellenden Hyphen.

Der getrocknete Pilz ist ockergelb. Der ursprünglich weiße Rand des Hutes und der Lamellen sowie die weißen Flocken des Stieles werden trocken rotbraun und erweisen sich letztere als von einer harzigen Masse, die frisch weiß, getrocknet braun wird, herrührend.

An einem morschen Baumstumpf, denselben ganz bedeckend, im Walde von Tjibodas, Java.

Der Pilz sieht ganz *Mycena*-artig aus. Seine Deutung als *Collybia* nach der Hutform wird durch die Kleinheit der Sporen und den Mangel an Cystiden unterstützt. Da die Lamellen bis zum Stiel allmählich breiter werden und ein wenig mit einem breiten Zahn herablaufen, so könnte man den Pilz auch als *Omphalea* auffassen. Da der Stiel und seine Höhlung sich ganz oben erweitern, sinkt der trockene Hut in der Mitte stark ein, frisch ist derselbe jedoch in der Mitte flach. Die frisch graulich-weißen Lamellen erscheinen trocken rotbraun punktiert, von derselben ursprünglich weißen Harzmasse, die der Lamellen- und Hutrand zeigt.

Diese Harzmasse wird von kurzen Hyphenenden ausgeschieden, die morphologisch nicht hervortreten.

Bei den Gattungen *Mycena, Collybia* und *Omphalea* habe ich keinen Pilz mit ähnlichen Eigenschaften beschrieben gefunden und stellt der Pilz sicher eine neue, und zwar sehr interessante, nach der gegebenen, fast vollständigen Beschreibung leicht erkennbare Art dar.

Noch sei bemerkt, daß die Stiele unten meist durch die Schleimmassen fest verklebt werden und kurz wurzelnd in das morsche Holz eindringen. Die am Hute ebenfalls mit einer dicken herabtropfenden Schleimschichte bedeckte *Collybia stillatitia* Berk. ist nach der Beschreibung völlig verschieden.

184. Über Mycena illuminans P. Henn.

Den Buitenzorger Botanikern ist schon lange ein mit grünlichem Lichte stark leuchtender kleiner Hutpilz, der auf dem Stamm einer *Oncosperma* im botanischen Garten auftritt, bekannt. Angeblich kommt derselbe auch auf Rotangpalmen vor.

Derselbe wurde von Holtermann (Mykol. Unters. aus den Tropen, Berlin 1898, p. 106) als *Agaricus* sp. erwähnt und auf Taf. X, Fig. *a* bis *c*, nicht ganz richtig abgebildet.

Daraufhin beschrieb ihn P. Hennings (Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. [309]) als *Mycena illuminans*. Ich habe den Pilz im Jänner 1908 selbst beobachtet und auf *Oncosperma* sp. im *Calamus*-Quartier des Gartens gesammelt. Es ist in der Tat eine *Mycena*, und zwar aus der Sektion *Basipedes* Fries.

Nachdem Hennings' Beschreibung unvollständig und nicht ganz richtig ist, so daß der Pilz nach seinen Angaben nicht mit Sicherheit wieder erkannt werden kann, gebe ich im folgenden eine genaue Beschreibung desselben.

Der Pilz wächst zerstreut und in kleinen Gruppen. Er ist frisch weiß, der Hut ist oben etwas graulich und etwas klebrig, meist 5 bis 10 *mm* breit, flach gewölbt, in der Mitte scheibig vertieft und vom Rande der Vertiefung bis zum Hutrande tief gestreift-gefurcht, häutig. Das äußere Hutgewebe verschleimt. Außen finden sich an den Rippen nicht verschleimende, dünnwandige, blasige, sehr verschieden gestaltete, papillös rauhe, bis etwa 32 = 12 μ große Zellen, welche den Hut etwas rauh und matt machen. Der Stiel ist $^1/_2$ bis 1 *mm* dick und 5 bis 10 *mm* lang, röhrig, oben schwach mehlig pruinat, glatt, unten

mit zerstreuten, bis 110 ≈ 7 μ großen, zarten, weißen Haaren versehen. Die Stielwandung ist etwa 200 μ dick und besteht aus zwei scharf geschiedenen Schichten. Die äußere, etwa 60 μ dicke Schichte besteht aus schwach knorpelig verdickten, 4 bis 16 μ breiten, unregelmäßig flachgedrückten, fest verwachsenen, parallelen Hyphen, die in etwa 10 bis 12 Lagen stehen. Die innere Schichte besteht aus 8 bis 10 Lagen von zartwandigen, meist dicht aneinanderschließenden, bis 30 bis 35 μ breiten Hyphen mit horizontalen Querwänden; so bei Exemplaren von mittlerer Größe mit etwa 10 *mm* breitem Hute. Der Stiel entspringt einer soliden, etwas flachgedrückten, oft fast scheibenförmigen, bis 2 *mm* breiten Knolle, die dem Substrate ohne Spur einer wurzelartigen Verlängerung flach aufsitzt.

Die Lamellen sind dick, etwa 200 bis 260 μ, bauchig, nach beiden Enden verschmälert, bis 3 *mm* breit, am Stiele verschmälert angewachsen, ohne herablaufenden Zahn. Sie stehen locker, bei 1 *cm* Hutbreite 28 Lamellen, davon 14 den Stiel erreichen (hierbei ist von den rudimentären Lamellen am Hutrande abgesehen). Sie bestehen aus einer Trama, die ganz gleichmäßig aus großen leeren, 40 bis 60 μ breiten, zarten Zellen aufgebaut ist und beiderseits von dem dünnen aus 15 bis 18 ≈ 10 bis 12 μ großen, inhaltsreichen, eiförmig-tonnenförmigen Basidien bestehenden Hymenium bedeckt ist. Die Basidien zeigten fast stets vier 6 bis 8 μ lange, kegelig-pfriemliche, gerade, spitze Sterigmen. Kleinere Basidien zeigen manchmal nur zwei Sterigmen. Eine abnorm große (30 ≈ 20 μ) Basidie zeigte sechs schwach zusammengekrümmte Sterigmen.

Am Rande der Lamellen und zu beiden Seiten desselben stehen 6 bis 8 Reihen von zartwandigen, meist zylindrisch-eiförmigen, außen dicht mit zylindrischen, 2 bis 3 μ langen Papillen besetzten, bis 24 ≈ 10 bis 12 μ großen (Igel-) Cystiden, wie sie auch sonst bei manchen *Mycena*- und *Marasmius*-Arten vorkommen. Schließlich tritt eine schwache Verschleimung des Lamellenrandes ein (wie in viel stärkerem Grade bei *Mycena cipiterygia* und Verwandten, die auch kleine undeutliche Igelcystiden haben).

Die Sporen sind kugelig, hyalin, glatt, anfänglich mit großen Öltropfen, 8 bis $9^1/_2$ μ.

Vergleicht man diese auf Grund einer genauen anatomischen Untersuchung gemachte Beschreibung mit jener von Hennings, so erkennt man mehrfache Abweichungen.

Eine richtige Einsicht in den Bau der Agaricineen gewinnt man nur auf anatomischem Wege, der aber meist nicht betreten wird.

Ich halte es für nicht unmöglich, daß der von P. Hennings (Monsunia, Fungi monsunenses, I, p. 18 des Sep.) als *Locellina illuminans* beschriebene Pilz mit dem obigen identisch ist. Die Abbildung Taf. I, Fig. 8, stimmt gut mit *Mycena illuminans* überein, ebenso die Sporen, die Größe des Pilzes, das grünliche starke Leuchten etc. Es heißt zwar, daß der Pilz bräunlich ist, allein solche Farbenangaben nach Spiritusexemplaren haben keinen Wert.

Hennings hat ja auch die weißsporige *Oudemansiella apalosarca* (B. und Br.) v. H. als *Phaeolimacium* braunsporig beschrieben, wie ich konstatiert habe (siehe diese Fragmente Nr. 170 [1908]).

185. Mycena clavulifera (B. et Br.)?

An dürren am Boden liegenden Blättern findet man im Walde von Tjibodas gar nicht selten 600 bis 800 μ breite, rundliche, schneeweiße, flach angewachsene, stumpfstachelige, halbkugelig-scheibenförmige Körperchen, die weißen stacheligen Schildläusen ähnlich sind. Schon an Ort und Stelle überzeugte ich mich, daß diese eigenartigen Gebilde ein Entwicklungsstadium einer höchst interessanten *Mycena* sind. Diese ist insitiz und entspringt einer radial gezeichneten, zarthäutigen, weißen, etwa 400 μ breiten Scheibe, der anfänglich der Hut vollständig angepreßt ist. Der Stiel ist in diesem Zustande kurz und dick. Ein medianer Längsschnitt sieht aus wie die beistehende Fig. 1.

Man sieht den halbkugeligen, 10 bis 12 μ dicken, also dünnhäutigen Hut, die freien bauchigen Lamellen, welche 36 bis 50 μ dick sind, 14 bis 16 μ lange zylindrische Basidien zeigen und eine homogene, etwa 20 μ dicke, aus sehr dünnen Hyphen bestehende Trama besitzen. Die Lamellen sind 2 bis 3 reihig und stehen sehr locker; ein 2 *mm* breiter Hut hatte 12 lange

und 12 kürzere Lamellen. Sie sind etwa 170 μ breit. Die Sporen sind hyalin, sehr zarthäutig, elliptisch, unten seitlich mit stumpflichen Ansatzspitzchen, an einer Seite etwas abgeflacht, 6 bis 7 = 3 bis $3^1/_3$ μ groß. Der Stiel besteht ganz aus zartwandigen, septierten, etwa 8 bis 12 μ breiten Hyphen, ist an der Basis bis 170 μ zwiebelig verdickt, unten 100, oben 60 μ dick, unten und oben kaum merklich feinflaumig pruinat.

Das merkwürdige des Pilzes ist nun der Bau des Hutes. Derselbe ist ganz dünnhäutig und besteht ähnlich wie die Trama aus 1 bis $1^1/_2$ μ dicken Hyphen; derselbe ist nun außen überall mit stumpfkegeligen, 250 bis 300 μ langen, an der Basis

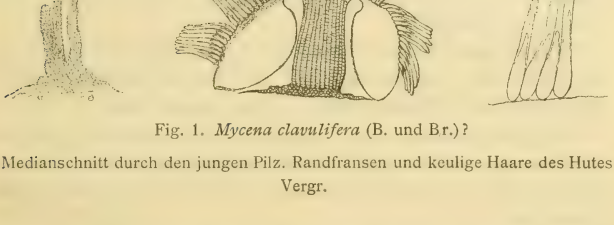


Fig. 1. *Mycena clavulifera* (B. und Br.)?

Medianschnitt durch den jungen Pilz. Randfransen und keulige Haare des Hutes. Vergr.

60 bis 150 μ, oben 30 bis 80 μ breiten Stacheln bedeckt, welche dicht aneinanderstoßen und nach allen Richtungen radial abstehen. Sie bestehen aus parallel miteinander verklebten oder verwachsenen, im oberen Zweidrittel bis zum Verschwinden des Lumens verdickten, unten ein weites Lumen zeigenden zylindrisch-keuligen Zellen von der Länge der Stacheln; diese Zellen sind oben meist etwas gebogen und feinpapillösrauh und etwa 6 μ dick, unten glatt und bis 20 μ dick.

Während der Entfaltung des zarten Hutes fallen diese Stacheln meist alle ab, doch findet man auch entfaltete Hüte, die noch sämtliche tragen. Der ganze Pilz ist schneeweiß.

Der alte verblühte Hut läßt unter dem Mikroskop seinen Aufbau aus Hyphen nicht mehr erkennen, er gleicht fast einer strukturlosen Membran. Man sieht daß er oben sehr feinkörnigpapillös ist, auch zeigt er zersteute, sehr zartwandige, blasige

Oberflächenzellen, deren Wandung auch papillös ist. Am Rande ist er sehr zart fransiggezähnt, die Zähne sind sehr feinkörnig-rauh, bis 120 μ lang und 90 μ breit. Von den Stacheln ist keine Spur zu sehen, man vermutet nicht, daß der so zarte Hut so mächtige Gebilde trug.

Ich halte den Pilz für *Mycena clavulifera* (Berk. et Br.) (Journ. of Linn. Soc., 1871, Bd. XI, p. 525). Die Beschreibung ist zwar sehr mager, doch passen sämtliche Angaben auf meinen Pilz. Daß die keuligen Borsten zu konischen Körpern verbunden sind, mußten die Autoren, die den Pilz nicht frisch und nur ganz entwickelt sahen, übersehen.

Wenn es nicht diese Art ist, ist der Pilz jedenfalls neu.

Die obige Beschreibung genügt zwar zur sicheren Erkennung des Pilzes, ist aber, da mein Spiritusmaterial von demselben verloren ging, unvollständig und jedenfalls verbesserungsbedürftig.

Reife Basidien mit Sterigmen, Querschnitte durch den Stiel sind noch zu beschreiben. Die jungen Lamellen zeigen keine Spur von Cystiden, diese dürften daher fehlen.

Die beigegebene Fig. 1 wurde so wie auch die übrigen Textfiguren dieser Arbeit von meinem Assistenten Herrn Josef Weese nach meinen Präparaten und unter meiner Kontrolle gezeichnet.

186. Mycena longiseta n. sp.

An morschen am Boden liegenden Blättern und Zweigstücken findet man im Walde von Tjibodas nicht selten etwa 1 *mm* breite, halbkugelige, weißlichgraue, fest angewachsene Gebilde, die ringsum mit langen, hyalinen Borsten besetzt sind. Auch diese Gebilde sind ein Entwicklungsstadium einer eigentümlichen *Mycena*, wie ich mich schon an Ort und Stelle überzeugte.

Der entwickelte Pilz hat einen hellgrauen, etwa 3 *mm* breiten, aus dem halbkugeligen flachen Hut, der mit zahlreichen langen steifen, hyalinen, spitzen Borsten besetzt ist. Die Lamellen stehen ziemlich locker, sind weiß, ganz frei und 200 bis 300 μ breit. Der Hut ist häutig und am Rande zierlich gewimpert. Der Stiel ist hohl, hyalin, zylindrisch, sehr zart,

feinflaumig, an der Basis schwach zwiebelig verdickt, zirka 16 *mm* lang und 150 bis 200 μ dick. Er sitzt auf einer radialgestreiften, dicken, scharf begrenzten, rundlichen, zirka 520 μ breiten Scheibe. Der Pilz gehört daher in die Sektion *Insititiae*.

Die Hutborsten sind sehr verschieden lang (120 μ bis über 1 *mm*); die größeren haben eine bis 8 μ dicke Wandung und sind an der querabgestumpften Basis etwa 24, oben 16 μ breit, die kurzen sind unten nur 10 μ breit. Die Wimpern des Hutrandes sind bis 100 ≃ 10 bis 15 μ groß, stehen einzeln oder zu 2 bis 3 verklebt, sind sehr dicht mit schmalen und spitzen, bis 2 μ langen Stachelchen besetzt und sehen dadurch wedelförmig aus. An der Spitze tragen sie meist einen stumpflichen, derbwandigen, hyalinen, bis 50 ≃ 4 bis 5 μ großen, fädigen, glatten Fortsatz. Cystiden fehlen. Die Sporen sind hyalin, zarthäutig, elliptisch, unten mit seitlichen Spitzchen, 6 bis 10 ≃ 3 bis 4 μ.

Der Stiel ist oben diskusartig verbreitert und im Längsverlaufe spärlich mit zarten, hyalinen, bis 250 μ langen, an der Basis bis 12 μ breiten, oben meist rauhen, 3 μ breiten Flaumhaaren besetzt. Die 40 bis 50 μ dicke Wandung des Stieles besteht aus 4 bis 5 Lagen von parallelen, dünnwandigen, 15 bis 20 μ breiten Hyphen. Die Höhlung des Stieles hat etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ der Stieldicke.

Die gegebene, wenn auch nicht ganz vollständige Beschreibung genügt zur sicheren Erkennung und Einreihung des Pilzes, der jedenfalls neu ist.

187. Mycena breviseta n. sp.

Ist ein der *Mycena longiseta* vollkommen ähnlicher und mit derselben ganz nahe verwandter Pilz. Die Hauptunterschiede sind folgende. Der ganze Pilz ist schneeweiß und sitzt auf einer flachkonischen, 1 *mm* breiten, radialgestreiften und etwas fransigen Basalscheibe, die ganz so wie jene von *Mycena stylobates* aussieht. Die Fransen des Hutrandes sind sehr zart, feinkörnig rauh, 60 bis 70 ≃ 10 μ, ohne fädigen Fortsatz. Der Hut ist in der Mitte umbilikat vertieft und bis zum Rande dicht gefurchtgestreift. Die weißen steifen Borsten sind meist kurz (von 70 ≃ 8 μ an), höchstens $^1/_2$ *mm* lang, an der Basis nicht

querabgestumpft, sondern fast stets wurzelartig vorgezogen, daselbst nur 12 bis 16 μ breit.

Der Pilz wächst vereinzelt an dürren Blättern am Boden, Wald von Tjibodas.

188. Über Leptonia pallide-flava P. H. et E. N.

Im botanischen Garten von Buitenzorg findet man vereinzelt im Grase einen gelblichen, rotsporigen Pilz mit hexaëdrischen Sporen. Derselbe wurde von Hennings und Nyman als *Leptonia pallide-flava* beschrieben. Er ist aber, wie ich an den frischen Exemplaren sah, keine *Leptonia*, sondern eine ausgesprochene *Nolanea*. Die Beschreibung in Fungi monsunenses, I, 18, ist unvollständig und fehlerhaft. Die Angaben »Pileus vertice obtuso, subsulcato, fibroso-squamuloso« sind falsch. Ebenso ist irreführend die Bemerkung, daß der Pilz mit *Leptonia chloropolia* Fr. verwandt ist. Als *Nolanea* hat er mit keiner *Leptonia* eine nähere Verwandtschaft. Hingegen ist es sicher, daß *Nolanea kamerunensis* Bres. (Bullet. soc. mycol. France, VI, 1890, p. XXXIV, Taf. I, Fig. 2) äußerst nahesteht, ja vielleicht beide Arten als Farbenvarietäten zusammengehören. Es ist sogar möglich, daß beide identisch sind, da Bresadola's Farbenangaben nach Spiritusexemplaren gemacht sind und der Autor in einer Anmerkung ausdrücklich darauf hinweist, daß seine Farbenangaben nicht immer genau entsprechen werden.

Der Pilz ist hygrophan und hat den Habitus einer *Inocybe* oder einer *Hygrocybe*. Er ist fast einfärbig weißlichgelb, nur die Lamellen werden aus dem Weißen rosa. Der Hut hat einen starken stumpfkegeligen Umbo, ist glatt, kahl und so wie der Stiel seidig gestreift, $1^1/_2$ bis 3 *cm* breit. Die Lamellenschneide ist unregelmäßig gezähnt und mit zylindrisch-blasigen, bis 40 bis 20 μ großen Cystiden besetzt. Die Lamellen sind zirka 200 μ dick, davon 130 μ auf die aus bis 16 μ dicken Hyphen bestehende Trama fallen. Die Hymenialschichte ist 35 μ dick und besteht nur aus bis 32 = 8 bis 10 μ großen, zylindrisch-keuligen Basidien mit vier 2 bis 4 μ langen auseinandergespreizten, sehr zarten Sterigmen. Die Sporen sind fast exakt

kubisch, mit etwas konkaven Wänden und schwach vorgezogenen Ecken.

Seitenlänge der Sporen 8 bis 10 μ, schiefer Durchmesser 10 bis 12 μ. Die Sporen sitzen mit einer stärker vorgezogenen Ecke auf den Sterigmen; nach ihrer Ablösung legen sie sich aber meist zu 4 paketartig zusammen.

Der Stiel des Pilzes ist ganz kahl, 5 bis 9 *cm* lang, 2 bis 4 *mm* dick, an der Basis schwach elliptisch angeschwollen und unten zugespitzt, anfänglich farktus dann fistulös.

Noch sei bemerkt, daß nur in der Gattung *Nolanea* Sporen vorzukommen scheinen, die, von der Seite gesehen, mehr weniger viereckig mit etwas vorgezogenen Spitzen erscheinen, doch gehören diese Sporen sicher mindestens zwei Formentypen an. Die einen sind auch von vorne gesehen viereckig, also tatsächlich kubisch, die anderen sind prismatisch-spulenförmig, mit dreieckigen Endflächen, welche um 60° gegeneinander verschoben sind, so daß die Sporen, von oben gesehen, sechsstrahlig sternförmig erscheinen, wobei drei Strahlen der oberen und drei der unteren Endfläche entsprechen.

189. Psalliota microcosmus Berk. et Broome.

Auch dieser bisher nur aus Ceylon bekannte Pilz kommt auf Java vor. Die Originaldiagnose (Journ. of Linn. Soc., XI, 1871, p. 551, Nr. 262) stimmt bis auf den Umstand, daß ein breiter Umbo vorhanden und der Stiel 1 *mm* dick sein soll, vollkommen. Trockene Exemplare zeigen nun einen Umbo und die Stieldicke dürfte nur beiläufig angegeben sein. Die nachfolgenden, zum Teil an den frischen Exemplaren festgestellten Angaben mögen die kurze Originalbeschreibung vervollständigen.

Der Pilz ist anfänglich weiß, wird aber bald weinrotfleckig und ist trocken schwarzbraun. Der Hut ist anfänglich glatt, wird aber später oft kleinschuppig-kleiig. Er ist überhalbkugelig, frisch ohne Umbo, bis 8 *mm* breit und hoch, in der Mitte dünnfleischig, gegen den Rand dünnhäutig. Die Lamellen stehen ziemlich locker; ein 4 bis 5 *mm* breiter Hut hatte zirka 50 Lamellen. Sie sind frei, stark bauchig, violettbräunlich, mit weißlicher Schneide; Lamellendicke nur etwa 30 μ, Trama aus

dünnen parallelen Hyphen gebildet; Cystiden an der Schneide klein, fädig oder bauchig, oben abgerundet. Sporen massenhaft, schmutzigviolett, elliptisch-mandelförmig, mit einem kleinen Öltropfen, unten seitlich mit Ansatzspitzchen, 5 bis 6 ≃ 3 μ. Der Stiel ist zylindrisch, etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ *mm* dick, 13 *mm* lang, oben etwas dünner als unten, an der Basis nicht verdickt; anfänglich farktus, später hohl; Wandung gleichmäßig aus dünnen parallelen, 8 bis 15 μ breiten Hyphen gebildet. Wandstärke $^1/_3$ der Stieldicke. Stiel etwas weißflockig. Ring am oberen Drittel oder Viertel des Stieles sitzend, häutig,

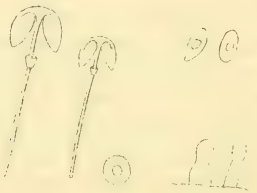


Fig. 2. *Psalliota microcosmus* B. und Br.

Zwei Exemplare im Durchschnitt. Stielquerschnitt. Zwei Sporen und zwei Cystiden.

persistent, aufgeblasen konisch aufrecht, etwa 600 μ breit, frisch oben (von den Sporen) violettrot, unten weiß.

In lockeren Rasen auf nackter Erde im botanischen Garten von Buitenzorg, 1907.

190. **Psalliota arginea** Berk. et Broome.

Diesen bisher nur aus Ceylon bekannten interessanten Pilz fand 1893 Prof. Schiffner auf Erde im botanischen Garten von Buitenzorg.

Die reichlichen javanischen Exemplare stimmen so gut zur Originalbeschreibung (Journ. of Linn. Soc., 1871, Vol. XI, p. 551, Nr. 261), daß an der Richtigkeit der Bestimmung kein Zweifel ist.

Ich gebe im folgenden eine genaue Beschreibung nach gut erhaltenen Spiritusexemplaren.

Hut 4 bis 9 *mm* breit, 2 bis 3 *mm* hoch, flachkegelig, mit geradem Rand, kahl, trocken, gegen den Rand schwach gestreift, schmutzigweiß, rötlich durchscheinend, gegen den Rand häutig, in der Mitte dünnfleischig, Fleisch weiß, aus kurzgliedrigen, dünnwandigen, bis 20 μ breiten Hyphen bestehend, etwa 700 μ dick. Lamellen 3- bis 4reihig, ziemlich dichtstehend (bei 5 *mm* Hutdiameter etwa 100 Lamellen), etwa 800 μ breit, frei, 80 bis 100 μ dick. Trama homöomorph, aus 8- bis 12 μ breiten Hyphen bestehend; Basidien 8 ≍ 4 bis 5 μ groß, mit vier dünnen, 1·7 bis 2 μ langen, geraden Sterigmen. Sporen blaßviolett, elliptisch, unten seitlich mit kurzem Ansatzspitzchen, $5^1/_2$ ≍ 2 μ. Stiel weiß, fein flaumigpruinat, später fast kahl, zylindrisch,

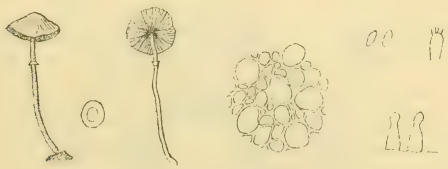


Fig. 3. *Psalliota arginea* B. et Br.

Zwei Exemplare in natürlicher Größe. Stielquerschnitt (4/1); Gewebe des Stieles im Querschnitt (250/1); zwei Sporen, zwei Cystiden und eine Basidie (500/1).

unten und oben nicht verdickt, 9 bis 25 *mm* lang, $^1/_2$ bis 1 *mm* dick, hohl; Wandstärke $^1/_4$ der Stieldicke. Wandung aus gleichmäßig verteilten, 4 bis 24 μ dicken, zartwandigen, parallelen Hyphen bestehend. Ring dünnhäutig, aufrecht oder herabgeschlagen, anliegend, persistent, ganz, $^1/_2$ *mm* breit, im oberen Drittel oder Viertel des Stieles sitzend.

Cystiden am Rande der fleischroten Lamellen zahlreich, unten bauchig, oben mit runden Köpfchen, 16 bis 20 ≍ 6 μ.

Auf nackter Erde, anscheinend dichtrasig. Nach Berkeley und Broome wird der Pilz beim Trocknen rot. Hat ganz den Habitus einer kleinen *Mycena* und steht in der Gattung *Psalliota* isoliert da.

191. Marasmius cylindraceo-campanulatus P. Henn.

Diesen in Monsunia, I, p. 53, unvollständig und nicht ganz richtig beschriebenen Pilz fand ich auch am gleichen Standorte (Tjibodas). Sein charakteristisches Aussehen ist aus beistehender Fig. 4 zu erkennen. Der Hut ist frisch graubräunlich mit einem Stich ins Olivenbraune. Die breiter als langen

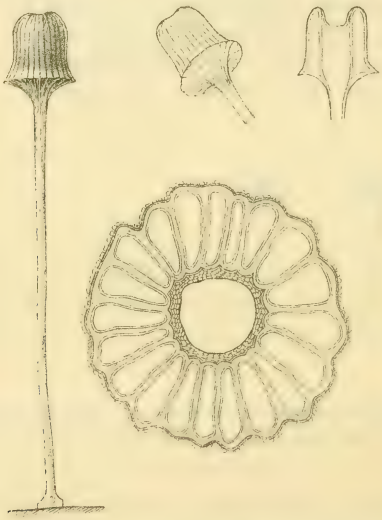


Fig. 4. *Marasmius cylindraceo-campanulatus* P. Henn.

Der ganze Pilz, ein Hut von unten, ein median durchschnittener Hut (3/1) und ein Hutquerschnitt (13/1).

Lamellen, 21 bis 24 an der Zahl, stehen einreihig, sind 60 bis 80 μ dick, haben eine etwas verdickte Schneide und sind frisch crêmefarbig. Der Hut zeigt ebenso viele Furchen als Lamellen und ist von kleinen Rauhigkeiten matt, häutig, etwa 80 bis 110 μ dick.

Basidienschichte etwa 12 μ dick, Trama und Hutgewebe locker. Sterigmen und Sporen waren nicht zu finden. Der Stiel

zeigt an der Basis eine rotbraune, kleine, etwas lappige Scheibe, der er entspringt, und ist hohl; Wandstärke 60 bis 70 μ. Er besteht außen aus dünnen, innen aus breiteren, derbwandigen Hyphen. Im Hute ist der Stiel zylindrisch erweitert und ebenso wie unten mit sehr weiter Höhlung versehen. Er ist fast hornig, rotbraun, kahl und glatt, trocken bandartig zusammenfallend. Der Hut ist oben umbilikat eingesunken und am Rande etwas krenuliert und hinausgebogen.

Der Pilz ist nach seiner Konsistenz kein typischer *Marasmius*. Er ist auch nicht, wie Hennings sagt, mit *M. splachnoides* Fr. verwandt, sondern offenbar, und zwar sehr der *Omphalea picta* Fr. nahestehend, der er auch äußerlich ähnlich sieht (s. Fries, Icones, Taf. 77, Fig. 4).

Omphalea picta hat einen hornigen Stiel und nähert sich hierdurch der Gattung *Marasmius*.

Omphalea subclavata Peck. (Sacc., Syll., XVI, p. 33) scheint nach der unvollständigen Beschreibung auch ähnlich zu sein, hat jedoch einen weißen, an der Basis filzigen Stiel.

Da *Marasmius cylindraceo-campanulatus* P. Henn. in der Gattung *Marasmius* ganz isoliert steht, hingegen mit *Omphalea picta* Fr. ganz nahe verwandt ist, muß derselbe zu *Omphalea* gerechnet werden und *O. cylindraceo-campanulata* (P. H.) v. H. genannt werden.

192. Über Clavaria aeruginosa Patouillard.

Diesen im Bullet. soc. mycol. de France 1898, XIV, p. 189, beschriebenen Pilz habe ich im botanischen Garten von Buitenzorg öfter gefunden, mich aber schon an Ort und Stelle vollständig davon überzeugt, daß derselbe nichts anderes als ein jüngerer Zustand von *Clavaria Zippelii* Lév. ist. Junge Exemplare der letzteren Art, deren Äste noch nicht ausgebildet sind, die aber doch schon in den oberen Teilen ein entwickeltes Hymenium besitzen und Sporen entwickeln, sind an der Basis schmutzigbräunlich, nach oben hin grünlichblau und namentlich an den kegelförmigen Spitzen oft sehr schön gefärbt. Getrocknet und aufbewahrt nimmt der Pilz genau dieselbe zimtbraune Färbung an wie die ausgewachsenen Exemplare der *Clavaria Zippelii* Lév. Auch die nachträgliche vergleichend-

mikroskopische Untersuchung bestätigte den ursprünglichen Befund.

Von *Clavaria Zippelii* hat Bresadola (Annal. mycol. 1907, V, p. 239) mikroskopische Angaben gemacht, die mit meinen Befunden völlig übereinstimmen. Nur will ich hinzufügen, daß die Basidien, die stets nur zwei zangenförmig gegeneinandergekrümmte, 9 = $2^1/_2$ bis 3 μ große Sterigmen besitzen, nach unten allmählich stielförmig verschmälert sind; mit den Stielen sind sie etwa 60 μ lang. Ihre Breite fand ich mit 8 bis 9 μ. Die Basidien sind mit einer homogenen braunen Substanz ausgefüllt, während das innere Gewebe des Pilzes blaß und inhaltsarm ist. Auffallend und charakteristisch sind die braunen langstacheligen Sporen.

Clavaria aeruginosa Pat. muß daher als eigene Art gestrichen werden.

193. Physalacria Bambusae n. sp.

Herdenweise, weiß, trocken etwas gelblich, Köpfchen bis 330 μ breit, blasig, hohl, rundlich oder eiförmig, trocken einsinkend, gestielt. Stiel voll, zylindrisch, aus parallelen, dünnwandigen, hyalinen, 3 bis 5 μ dicken Hyphen bestehend, 360 bis 450 μ lang, 40 bis 60 μ dick. Cystiden fehlen. Hymenium aus zylindrischen, 12 bis 14 = 3 bis 4 μ großen Basidien bestehend. Sterigmen 4, pfriemlich, spitz, 5 μ lang. Sporen hyalin, kugelig, fein punktiert, rauh, 3 bis 4 μ breit.

An morschem Bambusrohr; botanischer Garten von Buitenzorg. Ist von den beschriebenen *Pistillaria*- und *Physalacria*-Arten ganz verschieden.

194. Dacryopsis Typhae v. H. n. sp.

Fruchtkörper oberflächlich, zerstreut, zähknorpelig-gelatinös, weiß, hyalin durchscheinend, trocken hart und etwas gelblich, gestielt; Stiel etwas gelblich, oben etwas konisch erweitert, zylindrisch,mit rundlichem oder unregelmäßigem Querschnitt, glatt, kahl, 800 bis 1000 μ hoch, 120 bis 150 μ dick, außen aus 6 bis 8 Lagen von derben, knorpelig-gelatinös verdickten Hyphen, innen aus zahlreichen parallelen, sehr dünnen

Hyphen bestehend, einen durchscheinend milchweißen, $^1/_2$ bis 1 *mm* breiten, flachen, fast halbkugeligen oder linsenförmigen vollen Hut tragend, der mit dem Hymenium überzogen ist, das 50 bis 60 μ dick ist und aus Paraphysen und Basidien besteht. Sporen einzellig, hyalin, länglich, beidendig etwas verschmälert, unten etwas zugespitzt, 8 bis 10 = 3 bis 4 μ.

An alten vorjährigen Blättern von *Typha angustifolia* bei Glücksburg in Schleswig, leg. Otto Jaap, 1908.

Obwohl es mir bei der zähknorpeligen Beschaffenheit und der Kleinheit des Pilzes nicht gelang, die Basidien und Sterigmen frei zu präparieren, und auch an dünneren Querschnitten durch das Hymenium nichts Deutliches zu sehen war, kann es doch keinem Zweifel unterworfen sein, daß der hübsche und eigentümliche Pilz, der im trockenen Zustande, wo der Hut eine auf dem Stiele zentral angeheftete Scheibe bildet, an einen kleinen Discomyceten erinnert, zu den Dacrymycetineen gehört, bei welchen er nur in der Gattung *Dacryopsis* eingereiht werden kann.

Der Pilz erinnert durch seinen Bau und seine knorpelige Beschaffenheit ganz an *Ditiola, Guepinia* und *Femsjonia*, Gattungen, die einander sehr nahe stehen und bei welchen es auch schwer ist, sich die Basidien zur Ansicht zu bringen.

Bisher waren nach Sacc., Syll., XI, p. 149, und XVI, p. 223, nur 5 *Dacryopsis*-Arten bekannt, die sämtlich auf Holz wachsen und von welchen zwei in England aufgefunden wurden.

Von Interesse ist, daß noch eine weitere *Dacryopsis*-Art in Europa vorkommt. Es ist dies die bisher als *Pistillaria* oder *Typhula* beschriebene *P. culmigena* Mont. et Fries (Ann. des sc. nat., 2 série, Bot., part I, Tome 1834 und II 1836).

Die Untersuchung des (Original-?) Exemplares in Desmaz., Pl. crypt., ed. I, Nr. 1053, mit welchem die Exemplare in Fuckel. Fungi rhen., Nr. 1289, Rabenhorst, Fungi europ., Nr. 2580, Fungi gallici, Nr. 3504, vollkommen übereinstimmen, zeigte mir, daß *Pistillaria culmigena* Mont. et Fr. ganz so gebaut ist wie *Dacryopsis Typhae* und daher auch eine *Dacryopsis* ist, welche *D. culmigena* (Mont. et Fr.) v. H. genannt werden muß.

Dieselbe ist öfter verkannt worden. So ist der von Schröter (Pilze Schlesiens, I, p. 439) als *Typhula culmigena* beschriebene Pilz nicht diese Art, sondern *Pistillaria cardiospora* Quélet (Flore mycol., p. 452).

Wenn Abbildung und Beschreibung der Art bei Patouillard, Tabulae analyticae Nr. 265, richtig sind, was ich bezweifle, so hat derselbe auch eine andere Form vor sich gehabt, da bei *Dacryopsis culmigena* Eubasidien mit vier scheitelständigen Sterigmen bestimmt nicht vorkommen.

195. Heterochaete javanica n. sp.

Oberflächlich, flach polster- oder scheibenförmig, in der Mitte befestigt und dicker, eben oder schwach faltig-runzelig, durchscheinend hyalin, milchig getrübt, unten glatt und kahl, oben weiß pulverulent, mit freiem, dem Substrat angedrückten abgerundeten Rande, frisch etwa 1 *mm* dick, 10 *mm* breit, rundlich-länglich. Gewebe weich, gelatinös-plektenchymatisch-faserig, Hyphen 1 bis 1·5 μ dick.

Oberseite dicht mit aus zahlreichen sehr dünnen, mehr weniger parallel verwachsenen hyalinen Hyphen bestehenden abgestumpft-kegelförmigen, bis 100 μ hohen, an der Basis 60 bis 80 μ breiten Stacheln (Epithelen) besetzt, die an der stumpfen Spitze meist zahlreiche, hyaline, derbwandige, spitze oder stumpfliche, rauhe, nach allen Richtungen abstehende, bis 16 bis 20 ≃ 8 bis 9 μ große Cystiden tragen. Basidien eiförmig, 16 ≃ 8 bis 12 μ, übers Kreuz geteilt, mit vier langen Sterigmen, 40 bis 60 μ tief im Gewebe eingelagert. Sporen zylindrisch gekrümmt, zartwandig, an den Enden abgerundet, mit grobkörnigem Inhalt, etwas 20 ≃ 5 μ.

An morschen Pflanzenteilen, Wald von Tjibodas, Java.

Ist nach den Diagnosen von den 12 bekannten *Heterochaete*-Arten verschieden. *Heterochaeta? Solenia* Pat. gehört nicht sicher in die Gattung, scheint aber äußerlich der beschriebenen Art ähnlich zu sein. Doch sollen hier die Stacheln (Epithelen) parenchymatisch aufgebaut sein, was ganz unwahrscheinlich ist.

Es dürfte zweckmäßig sein, für die aus parallelen Hyphen aufgebauten Stacheln den Ausdruck Epithelen zu gebrauchen zum Unterschied von den einfachen Cystiden.

196. Hypomyces javanicus n. sp.

Stroma spinnwebig, nicht häutig, unscheinbar, meist längliche, etwa 1 *cm* lange, lebhaft orangegelbe, ganz allmählich verlaufende Flecke bildend, aus gelblichen, zarten, 2 bis 3 μ breiten Hyphen gebildet.

Perithecien zerstreut, auch zu zwei bis mehreren verwachsen, orangegelb, unten blässer, eikugelig, mit gleichmäßig 16 μ dicker, undeutlich kleinzelliger Membran, oben ziemlich allmählich in einen 50 bis 80 ≃ 60 μ großen stumpfkegeligen

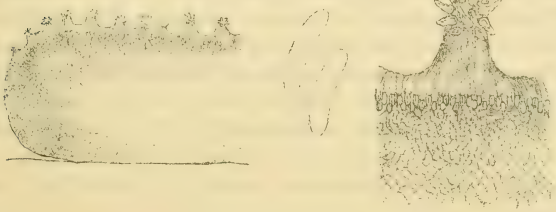


Fig. 5. *Heterochaete javanica* v. H.

Querschnitt durch ein Pilzstück (30/1); ein Stachel (200/1), zwei Sporen, stark vergrößert.

Schnabel übergehend, 260 μ hoch, 200 μ breit. Asci zylindrisch, zirka 100 ≃ 6 bis 7 μ, zartwandig. Paraphysen fehlend oder undeutlich. Sporen zu 8, einreihig, gelblich, körnig-rauh, spindelförmig, beidendig spitz, ohne aufgesetzte Spitzchen, meist gerade, 15 bis 18 ≃ $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ μ.

Auf dem Hymenium von *Polystictus (Coriolus) elongatus* (Berk.) im Urwalde von Tjibodas, Java.

Da das Stroma spinnwebig ist, sind die Perithecien scheinbar frei, indessen sind sie bis zum Schnabel eingesenkt. Eine ausgebreitete Hautbildung des Stromas wurde nicht beobachtet; es entstehen nur hie und da mikroskopisch kleine Hautfetzen. Die Poren des Wirtspilzes bleiben daher auch an stark infizierten Stellen gut sichtbar. Die Hyphen des spinnwebigen Stroma sind oft fast hyalin.

Hypomyces javanicus ist von *H. Stuhlmannii* P. Henn. (Engl., Botan. Jahrb. 1893, XVII, p. 4), dem es nahe verwandt ist, wie der Vergleich mit dem Originalexemplar aus dem königlichen Herbar zu Berlin zeigte, sicher verschieden.

H. Stuhlmannii P. Henn. hat ein häutiges, anfangs licht-, später goldgelbes, im Alter bräunlich-orangefarbiges Stroma, welches die Poren des *Polyporus luteus* var. *bukobensis* P. Henn., auf dem es schmarotzt, vollständig bedeckt. Es besteht aus 5 bis 10 μ breiten, zitronengelben, derbhäutigen, bandartigen Hyphen. Die Perithecien sind samt dem stumpfkegeligen, 100 μ hohen, unter 80 μ breiten Schnabel etwa bis 300 μ hoch und ebenso breit, etwas abgeflacht kugelig; sie sind bis zum Schnabel im Stroma eingesenkt und stoßen, dichtrasig wachsend, aneinander; sie sind oben orangegelb, unten blaß. Wandung oben bis 50 μ dick, unten etwas abgeflacht und nur 12 μ dick. Der Nucleus ist samt den inneren Schichten der Perithecienmembran sehr blaß violettrosa gefärbt. Die Sporen sind spindelförmig, zweizellig, feinkörnig rauh, auf beiden Enden mit aufgesetztem hyalinen Spitzchen, etwa 20 ≃ 5 bis $5^1/_2$ μ, stets einreihig im Ascus.

Gerade die charakteristischen Eigenheiten des Pilzes werden, wie aus dem Vergleiche dieser Angaben mit der Originaldiagnose hervorgeht, in letzterer nicht erwähnt.

Von dem nachfolgend beschriebenen *Hypomyces australiensis* ist *H. javanicus* sicher verschieden.

Hingegen ist es möglich, daß die ungenügend bekannten Arten *H. chromaticus* B. et. Br. und *boleticola* (Schw.) mit einer oder der anderen der beiden Arten identisch ist.

197. Hypomyces australiensis n. sp.

Stroma dünn und glatthäutig, matt orangefärbig, stellenweise schmutzig blaßviolett oder fleischfarben, aus einem lockeren Filz von sehr zartwandigen und fast hyalinen, meist 3 bis 4, seltener bis 8 μ dicken Hyphen bestehend. Perithecien eingesenkt, zerstreut, flachkugelig, orange, mit dunklerem, stumpfkegeligen, bis 80 ≃ 65 μ großen Schnabel, bis 250 μ hoch und breit, dünnhäutig, schließlich scheibenförmig einsinkend. Perithecienmembran 15 bis 20 μ dick, undeutlich faserigzellig.

Paraphysen fehlend. Asci zahlreich, zylindrisch, 90 ≍ 5 μ, zartwandig. Sporen einreihig zu 8, feinkörnig rauh, spindelförmig, beidendig spitz, ohne aufgesetzte Spitzchen, hyalin, oder blaßgelblich, 12 bis 16 ≍ 4 bis 5 μ.

Auf einem weißen, schwammigen, 300 μ dicken, aus derbwandigen, hyalinen, 4 bis 7 μ dicken septierten Hyphen bestehenden Überzug, der eine glatte Rinde bekleidet, schmarotzend.

Australien, oberes Barrow-River-Gebiet, leg. Pritzel (Originalexemplar im kön. Herbar, Berlin). Das Stroma dürfte im frischen Zustande mehr violett oder fleischfarben sein. Die Perithecien stehen stets locker zerstreut und bilden zuletzt eingesenkte dünne, scharfberandete, in der Mitte die braun gewordene Perithecienpapille zeigende Scheiben. Es ist möglich, daß der schwammige Hyphenfilz, den der Pilz überzieht, zu diesem gehört, was an dem trockenen Material nicht zu entscheiden ist. Ob *H. chromaticus* B. et Br. hierher gehört, bleibt zweifelhaft.

Eine im Alter gelblich werdende Art mit rauhen Sporen ist auch die von mir am Schneeberg in Niederösterreich entdeckte Form *H. albidus* Rehm. Sie ist auch verschieden.

Beiläufig sei bemerkt, daß *Nectria parvispora* Winter (Hedwigia 1886, p. 33) nach dem Exemplar in Rick, Fungi austro-am. auch ein *Hypomyces* ist.

198. Nectria callispora n. sp.

Perithecien braun, matt, kahl und glatt, kugelig, mit kleiner Mündungspapille, 400 bis 450 μ breit, zerstreut oder zu 2 bis 3 einander genähert, nicht einsinkend, ohne Stroma. Perithecienmembran aus meist 5 bis 6 μ breiten, rundlich-polygonalen Zellen aufgebaut. Paraphysen zahlreich, dickfädig, verschleimend.

Asci selten viersporig und dann zirka 90 ≍ 13 μ groß, meist sieben- bis achtsporig, 100 bis 120 ≍ 22 bis 28 μ groß, sehr zartwandig, keulig, oben stumpflich, nach unten allmählich verschmälert, ohne Stiel. Sporen fast hyalin, regelmäßig elliptisch, derbwandig, mit scharfer dünner Querwand, nicht eingeschnürt, mit 1 bis 2 großen Öltropfen in jeder Zelle, der

Länge nach mit auf jeder Seite etwa 10 parallelen, meist wenig schief stehenden weißen scharfen Streifen versehen, 20 bis 25 ≃ 12 μ groß, in Glycerin liegend kaum merklich violettgrau gefärbt.

An lebender Rinde von *Albizzia moluccana* im botanischen Garten von Buitenzorg.

Eine durch die derbwandigen, regelmäßig elliptischen, fein und scharf gestreiften, sehr zierlichen Sporen ausgezeichnete Art.

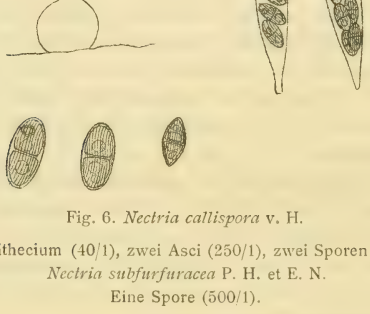


Fig. 6. *Nectria callispora* v. H.

Ein Perithecium (40/1), zwei Asci (250/1), zwei Sporen (500/1)
Nectria subfurfuracea P. H. et E. N.
Eine Spore (500/1).

Nach Sacc., Syll., gibt es 13 mit mehr minder deutlich längsgestreiften Sporen versehene *Nectria*-Arten. Es sind dies folgende: *N. Cinchonae* Zimm. (XVII, 785); *striatospora* Zimm. (XVII, 788); *cingulata* Starb. (XVI, 565); *leucoloma* Starb. (XVI, 577); *capitata* Bres. (XIV, 630); *trachycarpa* P. et Sacc. (XIV, 631); *albofimbriata* P. et Sacc. (XIV, 638); *striispora* E. et Ev. (XI, 359); *Balansae* Speg. (IX, 955); *adelphica* C. et Mass. (IX, 955); *paraguayensis* Speg. (IX, 957); *rhytidospora* Pat. (IX, 964); *guaranitica* Speg. (IX, 965).

Nectria haematochroma Speg. (II, 485) hat längsrunzelige Sporen. Dazu kommen auch einige *Cryphonectria*-Arten mit gestreiften Sporen. In die Gattung *Cryphonectria* gehören neben den in Sacc., Syll., XVII, p. 784, angeführten Arten offenbar auch noch *N. Balansae* Speg., *sordida* Speg. und *Nectria*

cinnabarina (Tode) Fr. var. *hypocreaeformis* Hazsl. Letztere Art muß *Cryphonectria hypocreaeformis* (Hazsl.) v. H. genannt werden. *Nectria cingulata* Starb. und *N. erinacea* Starb. scheinen Übergangsformen zu sein.

Von allen angeführten Arten ist die neubeschriebene völlig verschieden.

199. Nectria subfurfuracea P. Henn. et E. Nym.

Da die Originalbeschreibung dieser Art in Monsunia, I, p. 64, unrichtig und unvollständig ist, gebe ich die nachstehende, nach von mir in Java gefundenen und als mit dem Originalexemplar aus dem Berliner Museum identisch erkannten Stücken richtiggestellte.

Stroma fehlend oder wenig entwickelt, rotbraun. Perithecien rasig gehäuft oder vereinzelt, kugelig, trocken nicht einsinkend, oberflächlich, 300 bis 400 μ breit, hell mennigrot oder gelblichmennigfarben, später rotbräunlich, unregelmäßig kleinwarzig. Perithecienmembran 36 μ dick, innere Schichten aus zusammengepreßten Zellen bestehend, äußere sowie die Warzen aus derbbis dickwandigen, rundlich-polyedrischen, bis 20 μ breiten Zellen zusammengesetzt. Paraphysen zahlreich, 4 bis 8 μ breit, sehr zartwandig. Asci keulig, ungestielt, sehr zarthäutig, 80 ≃ 12 μ, seltener 4 bis 5, meist 7 bis 8 sporig. Sporen meist $1^1/_2$ reihig, hyalin, elliptisch, beidendig kegelig verschmälert, derbwandig, an der Querwand nicht eingeschnürt, Querwand mit schwarzen Endpunkten, der Länge nach reif sehr zart längsstreifig, 14 bis 18 ≃ 7 bis 8 auch 18 bis 23 ≃ 6 bis 8 μ. Inhalt der Sporenzellen meist zweiteilig (siehe Fig. 6).

An Holz im botanischen Garten von Buitenzorg, an Baumzweigen in Tjiburrum bei Tjibodas, Java.

Die bei Tjibodas gefundenen Stücke zeigten die größeren Sporen und beweisen, daß auf die Sporengröße kein zu großes Gewicht gelegt werden darf. Infolge der plasmatischen Teilung der Sporenzellen sehen die Sporen manchmal fast vierzellig aus. Die Sporenstreifen sind sehr zart, manchmal etwas schiefstehend, zu 6 bis 7 auf jeder Seite. Sie sind nur an ganz reifen Sporen zu sehen und daher von Hennings nicht

erkannt worden. Die Warzen der Perithecien sind oft nur 1 bis 2 zellig, oft vielzellig und dann sehr breit und flach.

Von den gestreiftsporigen Arten ist *N. subfurfuracea* sicher verschieden, doch kann die zarte Streifung leicht übersehen werden. *N. rugulosa* Pat. (Bull. soc. myc. 1888, IV, p. 113) könnte daher hierher gehören.

200. Nectria lucida n. sp.

Perithecien einzeln oder in kleinen Häufchen, bis 500 μ breit, anfänglich hell zinnoberrot, später cochenillerot, zuletzt braunrot, glatt, glänzend, kugelig, nicht einsinkend, oben mit kleiner dunklerer Mündungspapille auf kleiner nicht berandeter Scheibe; Perithecienmembran aus 3 bis 4 μ breiten derbwandigen Zellen bestehend. Ostiolum 16 μ breit. Paraphysen spärlich, verschleimend. Asci zylindrisch, zartwandig, achtsporig, 110 ≈ 7 μ; Sporen einreihig, hyalin, elliptisch-spindelig, gerade oder einseitig, an den Enden stumpflich. An der Querwand nicht eingeschnitten, mäßig derbwandig, glatt, immer mit 4 Öltröpfchen, 12 bis 16 ≈ 6 μ. An den Enden der Querwand je ein dunkler Punkt.

An lebenden Zweigen bei Tjiburrum bei Tjibodas, Java, in Gesellschaft von *Nectria coronata* und *N. subfurfuracea* H. et N.

Eine durch die glatten, glänzenden Perithecien sehr ausgezeichnete Art. Am ähnlichsten scheint *N. tephrothele* Berk. zu sein.

Die anscheinend ähnliche *Nectria sanguinea* (Sibth.) var. *corallina* Bres. (Verhand. Zool.-bot. Gesellschaft, Wien 1901, p. 414) wächst nach dem Originalexemplar auf der Außenseite entrindeter, noch frischer Rothbuchen-Holzstücke und ist, wie der Vergleich zeigte, nur die Holzform von *N. ditissima* Tul. (oder *N. coccinea* [P.], die ich davon nicht unterscheiden kann). Stromatische *Eunectria*-Arten, die, aus Rinden hervorbrechend, dichtrasig wachsen, treten am harten Holze als *Dialonectria* auf. Ein richtiges System der Gattung *Nectria* läßt sich nur auf Grund des Baues der Perithecien und ihres Inhaltes aufbauen.

201. Nectria coronata Penz. et Sacc.

Die Autoren dieser Art beschreiben die Perithecien »globoso depressis, atro-purpureis« (Icon. fung. javan., 1904,

p. 41, Taf. 28) und bilden sie auch so ab. Offenbar rühren diese Angaben von ganz alten Exemplaren her. Die von mir an Zweigrinden bei Tjiburrum bei Tjibodas gefundenen frischen Exemplare sind kugelig-eiförmig, zeigen oben einen 180 μ breiten, 40 μ hohen, dunkler gefärbten Diskus, der oben auf einer sehr schwach kegelförmigen Erheburg das flache 12 μ breite Ostiolum trägt, das von konzentrischen Reihen von wenig tangentialgestreckten, dickwandigen Zellen umgeben ist. Die Perithecien sind gelbbraun mit einem Stich ins Violette, später nehmen sie eine ins Weinrote gehende Färbung an. Sie sind fast glatt, doch besteht die äußerste Schichte der Perithecienmembran aus unregelmäßigen, flach schollenförmigen, locker stehenden, 20 bis 30 μ breiten derbwandigen Zellen, welche die Perithecienmembran, die unter dem Mikroskope hell bräunlichrot erscheint, etwas rauh machen. Der Diskus ist von 2 bis 3 Reihen von blasigen, rötlich-ockergelben, 30 bis 40 = 26 bis 32 μ großen Zellen kranzartig umgeben. Paraphysen undeutlich. Asci sehr zartwandig, spindelig-keulig, ungestielt, 8 sporig, 70 bis 80 = 10 bis 15 μ. Sporen hyalin, elliptisch bis fast spindelförmig, beidendig abgerundet, an der zarten, mit dunklen Endpunkten versehenen Querwand nicht eingeschnürt, mäßig dünnhäutig, mit körnigem Inhalte, manchmal sehr undeutlich fein längsstreifig, 18 bis 21 = 6 bis 7 μ, im Ascus $1^1/_2$- bis 2reihig stehend (siehe Fig. 7, p. 300).

Die Perithecien stehen ganz oberflächlich, einzeln oder in kleinen lockeren Rasen und sind 300 bis 350 μ breit.

Wie man sieht, weicht diese Beschreibung sowie die beistehende Figur ziemlich von der Originaldiagnose ab, nach der der Pilz kaum erkannt werden kann.

202. Nectria luteo-coccinea n. sp.

Perithecien ohne Stroma, lockerrasig bis zerstreut, frisch durchscheinend, teils gelb, teils hell scharlachrot, kugelig, 200 bis 300 μ breit, mit rötlichen oder meist gelben, sehr verschieden bis 100 = 80 μ großen Schüppchen bedeckt, mit kleiner, zirka 44 μ breiter glatter, aus kleinen schmalen, konzentrisch angeordneten Zellen bestehender Mündungspapille. Perithecienmembran und Schüppchen aus rundlich polygonalen, bis 20 μ

großen Zellen aufgebaut. Perithecien trocken stark verkleinert, nicht einsinkend. Paraphysen spärlich, zartwandig-breitfädig. Asci keulig, sehr zartwandig, nicht gestielt, 76 bis 88 = 9 bis 12 μ, meist 7- bis 8-, seltener 4sporig. Sporen 1- bis $1^1/_2$reihig, hyalin, glatt, elliptisch, nach beiden stumpflichen oder abgerundeten Enden meist etwas verschmälert, in jeder Zelle meist 2 unregelmäßige Öltropfen, an der Querwand am breitesten, 10 bis 13 = 5 bis $5^1/_2$ μ.

An morschem Holz im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Die Perithecien sind frisch durchscheinend, scheinbar gelatinös, teils rot, teils gelb. Trocken sind sie blaß scharlachrot und gelb kleiig-schuppig. Der Zellinhalt der Sporen erscheint meist unregelmäßig zweiteilig. Im optischen Längsschnitt der Sporen erscheint die Querwand rechts und links schwarz strichförmig begrenzt.

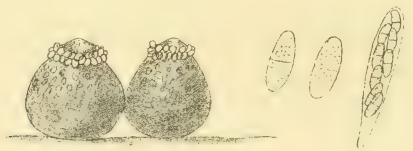


Fig. 7. *Nectria coronata* Penz. et Sacc.

Zwei Perithecien (40/1), zwei Sporen (550/1), ein Ascus (250/1).

Die Art gehört zur Sektion *Lepidonectria* und scheint mit *N. subfurfuracea* P. Henn. (Monsunia, I, p. 64) und *N. rugulosa* Pat. (Bull. soc. myc. 1888, p. 115) zunächst verwandt zu sein.

203. Über Hypocrea Nymani P. Henn.

Diese in Monsunia, I, p. 65, beschriebene Art, die ich auch in Buitenzorg fand, ist von *H. rufa* (P.) Fr. wohl sicher verschieden, doch ist es fraglich, ob nicht eine der vielen falsch oder ungenügend beschriebenen *Hypocrea*-Arten mit ihr identisch ist.

Der Pilz ist im frischen Zustande gelbbraun, trocken aufbewahrt wird er dunkel braunrot, fast blutrot. Die Perithecien

stehen sehr dicht und platten sich gegenseitig ab. Die Sporen sind ganz hyalin, fast kugelig, mit einem Öltröpfchen versehen und meist 3 bis 4 μ, selten bis 5 μ breit. Die häufig vorkommende tiefe konzentrische Furchung der oft unregelmäßig höckerigen Stromata ist charakteristisch. Die Sporen zeigen einzelne schwärzliche flache Warzen am Umfang. Durch diese Merkmale ist der Pilz von *H. rufa* gut verschieden.

204. Über Torrubia adpropinguans Cesati.

Es ist mir nicht zweifelhaft, daß dieser von Cesati (Atti Acad. Napoli 1879, vol. VIII, Nr. 4, p. 14) nach einer Abbildung mit Notizen von Beccari kurz und unvollständig beschriebene Pilz, der so wie *Podocrea Solmsii* Fisch. auf den Eiern von *Dictyophallus* schmarotzt, mit letzterer Art identisch ist. Die äußere Beschreibung des Pilzes von Cesati stimmt ganz gut zu *Podocrea Solmsii*. Diese Art ist nicht, wie Fischer (Annal. Buitenzorg 1887) angibt, gelblichbraun, sondern gelb oder hell ockergelb, unten weißlichgelb. Da es nicht wahrscheinlich ist, daß auf *Dictyophallus* mehrere einander ganz ähnliche Pilze wachsen und bisher immer nur derselbe (auch von mir) gefunden wurde, erscheint die obige Annahme gerechtfertigt.

Wenn dies der Fall ist, muß der Pilz *Podocrea adpropinguans* (Ces.) genannt werden.

Bresadola hat (Ann. mycol. 1907, p. 241) die Varietät *corniformis* beschrieben; da diese aber auf Holz wächst und andere Sporen besitzt, muß sie wohl als eigene Art betrachtet werden, die mit *Hypocrea larvata* (Mont.) (Syll., p. 200) zu vergleichen wäre.

205. Über Calonectria Meliae Zimm.

Diesen 1901 (Zentralbl. f. Bakteriol., VII, p. 106) beschriebenen und abgebildeten Pilz fand ich zusammen mit *Megalonectria pseudotrichia* (Schw.) Speg. an einem dürren Zweig im botanischen Garten von Buitenzorg. Mein Exemplar weicht nur durch etwas kleinere Sporen (20 bis 28 = 8 bis 9 μ) ab. Von dieser etwas geringeren Sporengröße abgesehen, stimmt es aber nicht nur vollkommen zu Zimmermann's

Art, sondern wie der direkte mikroskopische Vergleich zeigte, auch zu den 1902 von Wettstein und Schiffner im südlichen Brasilien gesammelten Stücken von *Calonectria sulcata* Starb. (Bihang kon. Sv. Akad. Handl., XXV, Afd. III, Nr. 1, p. 29, Taf. I, Fig. 52). Vergleicht man allerdings Starbäck's offenbar unrichtige Figur mit jener von Zimmermann, so glaubt man ganz verschiedene Formen vor sich zu haben. Indessen sehen die javanischen Exemplare, mit starker Lupe betrachtet, von oben wie kleine 5- bis 6teilige Blüten aus, nur ist dieser Sachverhalt in Starbäck's Figur falsch und übertrieben wiedergegeben. Der Pilz zeigt oben 5 bis 6 etwa bis 80 μ große Höcker und nach abwärts kleinere. Diese Höcker sind oft um das Ostiolum herum regelmäßig angeordnet, so daß die Perithecien von oben sternförmig aussehen.

Was ich daher (Denkschriften d. math.-nat. Kl. d. kais. Akad. Wien, Bd. 83, p. 18) über den Bau der *Nectria sulcata* Starb. (1899) gesagt habe, gilt auch für *N. Meliae* Zimm. (1901).

Der Pilz ist daher sehr verbreitet und kommt nicht bloß auf *Melia* vor, sondern auf morschen Stämmen, faulen *Anona*-Früchten etc. Die Beschreibung von *C. Meliae* in Sacc., Syll., XVII, p. 810, ist unrichtig.

206. Torubiella sericicola n. sp.

Perithecien, einem wenig entwickelten, fest angewachsenen Subiculum aufsitzend, einzeln, in Reihen oder mehr wenig dichtrasig wachsend, häufig zu zwei bis mehreren miteinander an der Basis verwachsen, gelb bis orangegelb, fleischig-häutig, weich, elliptisch, unten verschmälert angewachsen, oben mit kegeliger Papille, 160 bis 180 = 95 bis 100 μ, außen von zahlreichen zerstreuten, überhalbkugelig vorspringenden, bis 8 μ breiten, dünnwandigen Zellen warzig-rauh. Gewebe klein-derbzellig, Zellen bis 6 μ breit. Asci zahlreich, keulig-zylindrisch, 90 = 5 μ, unten verschmälert, oben dünner mit halbkugeliger, 3 μ breiter Schleimkappe, achtsporig. Sporen von Ascuslänge, fadenförmig, 1·3 bis 1·4 μ dick, dicht septiert, schon im Ascus in 4 bis 5 μ lange, zylindrische Glieder zerfallend. Paraphysen sehr zartfädig, verschwindend, kürzer als die Asci.

Auf den gelben lockergitterigen Seidenkokons des bei Buitenzorg sehr häufigen Nachtschmetterlings *Cricula trifenestrata* Ill f.

Der Pilz hebt sich in der Färbung von den Kokons meist kaum ab und ist daher schwer sichtbar. Kleinere Asci scheinen auch weniger als acht Sporen zu enthalten. Die Paraphysen sind zwar vorhanden, aber nicht typisch entwickelt. Der Pilz tötet das Insekt nicht, sondern lebt nur auf dem Seidengespinst der Kokons. Dadurch weicht er von den übrigen *Torubiella*-Arten ab, die das Tier selbst befallen und töten. Im Bau stimmt der Pilz jedoch mit *Torubiella* ganz überein. In die nahe verwandten Gattungen *Barya*, *Tubeufia*, *Ophionectria* kann derselbe nicht eingereiht werden.

207. Cordyceps interrupta n. sp.

Stroma zylindrisch, 52 *mm* lang, tordiert und etwas verkrümmt, dunkel schokoladefärbig, unten einfach, 1·5 *mm* dick, unter der Mitte in drei einfache, verschieden lange, 0·5 bis 1 *mm* dicke parallele Äste geteilt, kahl; Äste an der Spitze mit 1 und darunter mit wenigen, bis 9 voneinander getrennten, ockergelben oder bräunlichen, einseitig ansitzenden oder mehr weniger ringförmig die Äste umwachsenden, 2 bis 3 *mm* breiten, wirtelig übereinanderstehenden Köpfchen besetzt, die meist aus zahlreichen eingesenkten, mehr weniger parallel miteinander verwachsenen, mit einer konischen dunkleren Papille spitzwarzig vorragenden elliptischen, 700 ≃ 300 bis 350 μ großen Perithecien bestehen. Asci von Peritheciumlänge, sehr zerbrechlich, oben abgerundet und mit halbkugeliger Verdickung, zylindrisch, bis achtsporig, 3 bis 5 μ dick. Sporen fadenförmig, von Ascuslänge, parallel liegend, 1 μ dick, schon im Ascus in 3 bis 4 μ lange zylindrische Glieder zerfallend.

Fig. 8. *Cordyceps interrupta* v. H. (1/1).

An dem Kopfe eines im Boden liegenden Käfers (?); Buitenzorg. Eine, wie Fig. 8 zeigt, höchst charakteristische Form,

die keiner der vielen beschriebenen Arten ähnlich ist. Von dem Insekte lag nur der vordere Teil des Kopfes vor, daher eine nähere Bestimmung desselben nicht möglich war. Die Beschreibung stützt sich auf ein etwas überreifes Exemplar, dessen Perithecien zum Teile schon leer waren, dürfte daher verbesserungsfähig sein.

208. **Cordyceps Mölleri** P. Henn. (Naturwissensch. Wochenschrift, 1896, p. 318, Fig. 5; Hedwigia 1897, p. 221; A. Möller, Phycom. und Ascomyceten, 1901, p. 215, Taf. VI, Fig. 79, 80, 84).

Vollkommen stimmend. Die Art ist durch die pfriemliche Granne, welche über der Perithecienähre steht, sehr ausgezeichnet und offenbar nächst verwandt mit *C. Sphingum* (Tul.).

Die Art ist bisher aus Südbrasilien und Neuguinea (Neupommern) (Engler's Botan. Jahrbücher 1898, 25. Bd., p. 507) bekannt und offenbar in den Tropen weitverbreitet.

An einem eulenartigen Nachtschmetterling, Sukabumi, Java, dedit Major Ouwens.

209. **Cordyceps coccinea** Penzig et Sacc., Malpighia, XI, 1898. Diagnoses fung. nov. in insula Java collectorum, ser. II, p. 36
Icones fung. javanic., 1904, Taf. 40*a*, Fig. 1.

Vollkommen genau stimmend. Auf einer tonnenförmigen Puppe, mit derber, braunschwarzer, holziger, zerbrechlicher Hülle. Tjibodas.

Das Substrat ist genau dasselbe wie beim Originalexemplar. Der Pilz scheint häufig zu sein, da er auch von Nyman, also bisher dreimal gefunden wurde. Bei den Penzig'schen Exemplaren sind die perithecienführenden Keulen spindelförmig, bei meinen mehr zylindrisch. Die Nyman'schen Stücke hatten nach P. Hennings (Monsunia, II, p. 66) keulige oder fast kugelige Stromata. Es scheint also die Form der Stromata sehr zu variieren.

Cordyceps subochracea Penzig et Sacc., Malpighia 1901, Diagnoses etc. ser. III, p. 31.

Der Pilz ist ganz unreif, gehört aber wohl sicher hierher. Auf einer steifhaarigen Schmetterlingsraupe, Tjibodas. Das Substrat ist dasselbe wie beim Originalexemplar.

210. Cordyceps unilateralis (Tul.) var. **javanica** v. H.

Der Pilz wächst auf Ameisen. Wie der Vergleich der Taf. I mit der Abbildung Tulasne's in Sel. fung. Carp., III. Bd., Taf. I, Fig. 3 und 4, von *C. unilateralis* zeigt, ist der vorliegende Pilz offenbar diese Art, welche aus Brasilien stammt. Dieselbe ist leider nur unvollständig bekannt. Angaben über die Asci und Sporen fehlen völlig. Da sich aber doch einige Verschiedenheiten meines Pilzes von dem Tulasne's zeigen, mag die Form als Varietät der *C. unilateralis* beschrieben werden (siehe Taf. I).

Das Stroma ist borstenförmig, wellig gekrümmt, schwärzlich wie der ganze Pilz, 13 bis 14 *mm* lang, an der Basis 280, in der Mitte 180 und oben 110 μ dick. Es sitzt einzeln an der Grenze von Kopf und Thorax der Ameise und ragt fühlerartig empor. Ein Mycel ist am Insekt nicht zu sehen. Der untere und mittlere Teil des Stromas ist von einfachen oder zu wenigen verwachsenen braunen Hyphenenden, die bis 40 = 12 μ große, meist senkrecht abstehende Vorsprünge bilden, rauh, fast samtig. Ober der Mitte des Stromas sitzt seitlich ein halbkugelig-rosettenartiges Köpfchen, von schwarzbrauner Farbe, in welchem etwa 20 eiförmige Perithecien ganz eingewachsen sind. Die Köpfchen sind mit flachkegeligen, rosettig angeordneten Vorsprüngen, unter welchen sich je ein Perithecium befindet, versehen. Das Gewebe der Köpfchen ist außen braunzellig parenchymatisch, immer mehr faserig. Die Köpfchen sind etwas über 1 *mm* breit und $^2/_3$ *mm* hoch. Die Perithecien sind eiförmig, oben spitz, etwa 300 μ hoch, enthalten zahlreiche, fast zylindrische, oben etwas verschmälerte, stumpfe, an der Spitze eine fast kugelige kleine Schleimkappe tragende, 220 bis 250 = 8 μ große Asci, die acht fadenförmige, durch scharfe Querwände in 6 bis 8 μ lange Glieder geteilte, etwa 200 μ lange, $2^1/_2$ bis 3 μ dicke, hyaline Sporen enthalten.

Auf Ameisen, gesammelt bei Batavia, von Herrn Alderweult van Rozenburg, von dem auch die beigegebene Taf. I herrührt.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, weicht die äußere Erscheinung des Pilzes ein wenig von der *C. unilateralis* Tul. ab.

Indessen ist letztere unvollständig, weil nach unreifen Exemplaren beschrieben, und rühren die Differenzen vielleicht davon her, was sich nicht entscheiden läßt.

Außer der *C. unilateralis* (Tul.) sind noch neun Arten auf Ameisen bekannt. Dieselben sind aber von der beschriebenen sicher verschieden. Es sind die folgenden: *C. myrmecophila* Ces. (II, 566); *australis* Speg. (II, 571); *Lloydii* Fawcett (IX, 1000); *formicivora* Schröter (XI, 366); *Sheeringii* Massee (XI, 366); *Ridleyi* Massee (XVI, 613); *subdiscoidea* P. Henn. (XVII, 825); *proliferans* P. Henn. (XVII, 825); *subunilateralis* P. Henn. (XVII, 826). Die beigefügten Zahlen beziehen sich auf Sacc., Syll. fung., wo die näheren Literaturangaben zu finden sind. Äußerlich ähnlich, aber ganz verschieden ist *C. corallomyces* A. Möll.

211. Cordyceps Coronilla n. sp.

Mycel eine rundliche, radialfaserige, dünnhäutige Scheibe bildend, aus deren Mitte der glatte, oben und unten verbreiterte

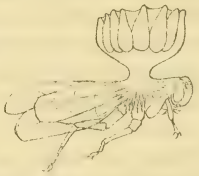


Fig. 9. *Cordyceps Coronilla* v. H.
Wespe mit dem Pilze, vergrößert (10/1).

kurze dicke (360 = 220 μ) Stiel des Stromas sich erhebt, der an der Spitze ein dickscheibenförmiges, 1·5 *mm* breites und 1 *mm* hohes Köpfchen trägt, das etwa 18 bis 20 aufrechtstehende, oben spitz zugehende, unten eiförmig erweiterte, 900 = 300 μ große, eingewachsene, oben papillenartig vorstehende Perithecien enthält. Pilz ockergelb. Gewebe außen aus eckigen, zartwandigen, 6 bis 8 μ großen Zellen aufgebaut; Stiel aus dünnen parallelen Hyphen bestehend. Asci von Perithecienlänge, unreif.

Auf einer kleinen Blattwespe, Morro do Senhor bei Iguape, südliches Brasilien, auf der Expedition der kaiserlichen

Akademie 1902 von den Prof. v. Wettstein und Schiffner gesammelt.

Der Pilz sitzt einzeln auf dem Rücken des Thorax des Insektes. Er ist am nächsten mit *C. subdiscoidea* P. Henn. (Hedwigia 1902, p. 168) verwandt, welche Art auf dem Thorax von Ameisen wächst, und ist nach der Beschreibung davon wohl verschieden.

212. **Cordyceps rhizoidea** n. sp.

Mycelium häutig, das Insekt einhüllend, ein bis wenige, wurzelähnliche, zylindrische, blasse, weißliche bis hellbräunliche,

Fig. 10. *Cordyceps rhizoidea* v. H.
Zwei Larven mit dem Pilz (1/1), 5 Perithecien (40/1).
Ein Ascus und eine Spore (250/1).

stark und unregelmäßig verkrümmte, bis 7 bis 8 *cm* lange, $^1/_2$ bis 1 *mm* dicke Stromata entwickelnd. Perithecien oberflächlich, in kleinen Gruppen oder kurzen Reihen am mittleren und oberen Teile der Stromata sitzend, eiförmig, unten abgeflacht, parenchymatisch aufgebaut, von lockeren rundlichen Zellen etwas mehlig, bis 360 μ hoch, 300 μ breit, blaß gefärbt. Asci wenige, langkeulig bis fast spindelförmig, unten lang

zugespitzt, 160 bis 210 = 13 bis 16 μ. Sporen zu 8, zylindrisch, an den Enden spitz, einzellig, etwa 80 = 5 bis 7 μ groß. Asci oben mit hyaliner Kappe. Paraphysen undeutlich, verschleimend.

An Käferlarven im Boden, Buitenzorg, ded. Major P. A. Ouwens.

Diese Form ist von allen bekannten Arten durch die breiten, nicht fadenförmigen Sporen verschieden. Die Anordnung der Perithecien ist ganz ähnlich wie bei *C. Sphingum* (Schw.) in Tulasne, Sel. fung. Carp., III, Taf. I, Fig. 2. Leider ist das untersuchte Exemplar meines Pilzes nicht ganz ausgereift und daher möglich, daß die Sporen später Querwände entwickeln. Gehört in das Subgenus *Racemella* Cesati.

213. Cordyceps podocreoides n. sp.

Stromata einfach, seltener zweiästig, 4 bis 5 *cm* hoch, unten wurzelartig verkrümmt, 2 *mm* dick, nach oben bis zum Köpfchen

Fig. 11. *Cordyceps podocreoides* v. H.
Drei Exemplare des Pilzes in natürlicher Größe.

meist dicker werdend, ganz oben bis 5 *mm* dick, glatt oder etwas längsgefurcht, zähfleischig, ockergelb. Köpfchen meist nicht scharf abgesetzt, oben stumpf, oft etwa niedergedrückt, unregelmäßig eiförmig, 4 bis 6 *mm* dick, 4 bis 7 *mm* hoch, aus dem Ockergelben braun, von den Perithecien rauh und dunkler punktiert. Perithecien ganz eingesenkt, eiförmig, mit 32 μ dicker Wandung, 400 μ hoch, 300 μ breit. Paraphysen fehlen. Asci zylindrisch, zartwandig, zerbrechlich, achtsporig, oben

halbkugelig verdickt, 3 bis 5 μ breit, von Peritheciumlänge. Sporen parallel im Ascus liegend, fädig, 1 μ dick, in 8 μ lange, stäbchenförmige Glieder zerfallend.

An im Boden liegenden größeren Insektenlarven, im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Die beistehend (Fig. 11) abgebildete Form ist mit *C. entomorhiza* (Dicks.) Fr. und *C. Glaziovii* P. Henn. am nächsten verwandt. Auch die nicht näher bekannte *C. (?) Cusu* Pat. ist äußerlich ähnlich. Besonders charakteristisch für die beschriebene Art sind die nach oben fast stets allmählich dicker werdenden Stiele der Stromata. Im Alter werden diese etwas schuppig rauh.

214. Cordyceps Ouwensii v. H. n. sp.

Fliegen bewohnend. Perithecienstromata symmetrisch, rechts und links seitlich am Thorax entspringend, 4 bis 5 *mm* lang, Stiel etwa 200 μ dick, zylindrisch, unter dem Köpfchen manchmal unregelmäßig schief-knollig verdickt; Köpfchen rundlich-tonnenförmig, unten und oben etwas abgeflacht, im Umfange schwach längsgefurcht, etwa 1 *mm* breit und $^3/_4$ *mm* hoch, oben von den Perithecienmündungen kleinwarzig punktiert. Perithecien zu 50 bis 60, ganz eingesenkt, parallel nebeneinander in dem inneren lockeren, fädigen Gewebe der Köpfchen angeordnet, 800 bis 900 μ lang, mit rundlichem, 180 bis 210 μ breitem Querschnitte, zahlreiche zylindrische, paraphysenlose, etwa 4 μ breite Asci mit zirka 1 μ dicken, fadenförmigen Sporen führend.

Conidienstroma zylindrisch, dünn, 6 bis 7 *mm* lang, oben allmählich in eine glatte oder uneben-warzige, schmale, stumpfe Keule übergehend. Fruchthyphen 15 bis 20 = 2 bis 3 μ groß, palisadenartig dicht nebeneinander stehend, außen, oben und seitlich mit zahlreichen kurzen, dünnen Sterigmen besetzt, die kugelige, 1 μ breite Conidien bilden. Conidienstroma stets einzeln am Ende des Hinterleibes des Insektes entspringend. Hyphengewebe in Form einer filzig-häutigen Scheibe das Insekt am Abdomen am Substrate befestigend.

Die getrockneten Spiritusexemplare zeigten graubräunliche oder violettgraue Köpfchen mit blassen Stielen. Conidienstromata schmutzigbräunlich, oben weiß bestäubt.

An toten Fliegen, Sukabumi, Java, ded. Major Ouwens.

Dem vortrefflichen Zoologen Javas, Herrn Major P. A. Ouwens, dem ich diesen und einige andere Insektenpilze verdanke, zu Ehren benannt.

Die Perithecien waren teils schon entleert, teils nicht ganz reif. Aus der Beschaffenheit der Asci ließen sich jedoch Form

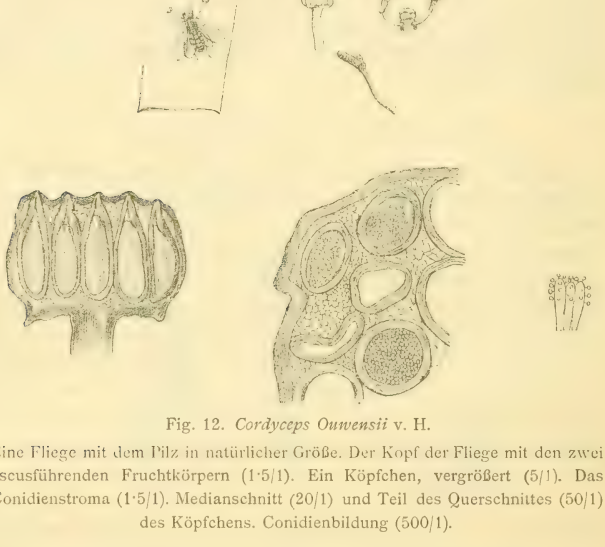


Fig. 12. *Cordyceps Ouwensii* v. H.

Eine Fliege mit dem Pilz in natürlicher Größe. Der Kopf der Fliege mit den zwei ascusführenden Fruchtkörpern (1·5/1). Ein Köpfchen, vergrößert (5/1). Das Conidienstroma (1·5/1). Medianschnitt (20/1) und Teil des Querschnittes (50/1) des Köpfchens. Conidienbildung (500/1).

und Länge der Sporen erschließen. Ganz eigenartig ist der Bau der Conidienstromata. Die conidientragenden Hyphen bilden ein förmliches Hymenium. Ist, soweit ich aus den Diagnosen ersehen konnte, von den beschriebenen Arten und speziell von den dipterenbewohnenden sicher verschieden. Es sind dies *C. dipterigena* B. et Br. *Forquignoni* Quél., *Muscae* P. Henn., *muscicola* A. Möll. Letztere Art hat auch symmetrisch angeordnete Stromata, welche ebenso locker gebaut sind wie bei der beschriebenen Art.

Sehr ähnlich ist auch *C. coccigena* Tul., ist aber viel kleiner.

215. Hypocrella cretacea n. sp.

Stromata weiß, kreidig, im Alter ockergelblich, polsterförmig, unregelmäßig rundlich oder länglich, oben mit rundlichen Höckern, 2 bis 6 *mm* breit, 1·1 bis 1·2 *mm* hoch, von den Ostiola graubräunlich punktiert, mit wenig eingezogen-abgerundeter Basis breit aufsitzend. Gewebe kreidigweiß, aus plektenchymatisch verflochtenen, dickwandigen, hyalinen, 3 bis 4 μ breiten Hyphen bestehend. Perithecien ganz eingesenkt, eiförmig, mit dem 120 ≃ 60 bis 80 μ großen Halse flaschenförmig, 500 ≃ 220 μ. Die farblose Perithecienmembran 20 bis 32 μ dick, aus zahlreichen Lagen zusammengepreßter Hyphen bestehend, fleischig. Paraphysen fehlen. Asci zylindrisch, nach oben und unten wenig verschmälert, 4- bis 8 sporig, oben abgerundet und wenig verdickt, von Peritheciumlänge, 5 bis 9 μ breit. Sporen fadenförmig, von Ascuslänge, schon im Schlauche in 6 bis 9 ≃ 2 μ große, zylindrische, an den Enden etwas abgerundete Glieder zerfallend.

Stets nur in Längsreihen an den Rändern der Blattscheiden von *Amomum* sp. auf Schildläusen schmarotzend, sehr häufig im unteren Teile des Waldes von Tjibodas.

Zur beschriebenen Art gehört offenbar die von Raciborski (Parasitische Algen und Pilze Javas, III., p. 25) erwähnte, aber nicht beschriebene weiße *Aschersonia,* die ebenfalls am Rande der Blattscheiden sehr häufig auf *Elettaria* wächst, um so sicherer, als die als *Elettaria* bezeichneten Wirtspflanzen jedenfalls *Amomum* sind (siehe Monsunia, I, p. 67).

Die Art ist durch die kreideweiße Farbe ausgezeichnet. Verwandt scheinen *H. colliculosa* Speg., *Zingiberis* Mass. und *Raciborskii* Zimm, welche letztere Art auch weiß ist. Am nächsten steht aber jedenfalls *H. Amomi* Rac. (Bull. Acad. scienc. Cracovie, 1907, p. 908), welche nach der Beschreibung derselben vollkommen gleicht, bei welcher aber die Sporen in spindelförmige, beiderseits spitzlanzettliche Teilsporen von 13 bis 16 μ Länge und 2 μ Breite zerfallen. Ob nun diese spindelförmigen Teilsporen ein konstanter Unterschied der beiden Arten sind oder das Resultat einer weiteren Entwicklung der ursprünglich zylindrischen Teilsporen, vermag ich nicht zu

sagen. Beides ist möglich, wie der Fall von *Mölleriella nutans* Rick lehrt, wo in demselben Perithecium dreierlei verschiedene Asci vorkommen: solche mit fadenförmigen Sporen, mit in zylindrische Glieder zerfallende und mit zitronenförmigen Sporen (Ann. mycol., 1904, p. 403). Ähnlich verhält sich auch *Mölleriella ochracea* (Mass.) = *M. sulphurea* Bres. = *M. Edwalliana* (P. Henn). Es ist auch möglich, daß sämtliche *Hypocrella* Arten sich wie *Mölleriella* verhalten.

Da die *H. cretacea* stets nur am Rande der Blattscheiden vorkommt, während die *H. Amomi* auf der Blattunterseite auftritt und der Ort des Auftretens der *Hypocrella*-Arten meiner Erfahrung nach ein sehr konstanter ist, halte ich die beiden Arten bis auf weiteres doch für verschieden.

Die Schildläuse, auf denen zweifellos alle *Hypocrella*-Arten (sowie die mehrerer anderer verwandter Gattungen) wachsen, werden von dem Pilze meist so vollkommen zerstört und aufgesaugt, daß man in der Regel nichts Deutliches mehr von ihnen im oder unter dem Stroma sieht. Doch konnte ich mich bei der beschriebenen Art einige Male von ihrem Vorhandensein überzeugen.

216. Über Konradia bambusina und secunda Rac.

In der eigentümlichen, von M. Raciborski (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, II, p. 15, und III, p. 24) aufgestellten Gattung *Konradia* stehen die beiden obigen Arten, die ich im botanischen Garten von Buitenzorg namentlich an den dornigen Bambusen öfter fand. Da ich beide Arten an denselben Stämmen fand und alle Übergänge zwischen ihnen, so ist es mir nicht zweifelhaft, daß sie nur verschiedene Entwicklungszustände desselben Pilzes sind. Dieser hat eine — Raciborski entgangene — Eigentümlichkeit, die meines Wissens bei einem Pyrenomyceten bisher noch nicht beobachtet worden ist. Er ist nämlich so wie gewisse Polyporeen ausdauernd, die älteren Partien sterben ab, während an neuentstehenden wieder Perithecien gebildet werden. Anfänglich ist der Pilz knollenförmig und sitzt einem Hypothallus auf. In diesem Zustande entspricht er völlig Raciborski's Beschreibung von

Konradia secunda. Er kann nun entweder absterben oder weiterwachsen. Wenn er abstirbt, so geschieht dies von oben aus. Die untersten Partien sind die jüngsten. Die Perithecien entstehen daher nicht, wie Raciborski sagt, basifugal, sondern basipetal. Die obersten (ältesten) Partien werden nach dem Absterben ganz weichkohlig und zerbröckeln. Wächst der Pilz weiter, so geschieht dies in einer schmäleren oder breiteren Zone über der Basis interkalar. In dieser Wachstumszone entstehen neue Perithecien. Dieses interkalare sekundäre Wachstum kann sich mehrfach wiederholen, wodurch schließlich zylindrische, meist bogig gekrümmte Fruchtkörper entstehen, die ihre Entstehung durch periodisches, wiederholtes, interkalares Wachstum durch die Einschnürungen, welche sie in der Regel zeigen, verraten. Solche bis 6 *cm* lange Fruchtkörper sind an der Spitze meist ganz abgestorben und kohlig zerfallen, während sie an der Basis noch leben. In diesem Zustande entspricht der Pilz vollkommen der *Konradia bambusina* Rac.

Übergänge sind naturgemäß nicht selten. Man findet Formen, die an der Basis knollig, braun etc. sind und daselbst ganz der *K. secunda* entsprechend sich verhalten; auf dem braunen Knollen sitzt aber ein schwarzer gekrümmter Zylinder, der wieder ganz der *K. bambusina* entspricht.

Beide diese Arten sind daher nur Entwicklungszustände desselben Pilzes, der *Konradia bambusina* heißen muß, da diese Art zuerst aufgestellt wurde.

Über die Sporen sei noch bemerkt, daß diese in der Jugend dünnfadenförmig und einzellig sind. In diesem Zustande liegen sie parallel zur Achse im Schlauche. Dann teilen sie sich sukzedan in 2, 4, 8 etc. Teile. Gleichzeitig werden sie länger und dicker (3 bis $3^1/_2$ μ) und liegen dann spiralig gewunden im Ascus. Dann nehmen sie eine violettbraune Färbung an und zerfallen in ganz kurze, meist niedriger als breite Glieder, die häufig ringsum spulenartig eingeschnürt sind. Die einzelnen Teilsporen sind daher scheibenförmig und oft schwach spulenartig eingeschnürt. Da man sie meist flachliegend sieht, erscheinen sie in der Regel rundlich.

217. Oomyces javanicus n. sp.

Stromata oberflächlich, einzeln stehend, seltener zu 3 bis 4 aneinanderstoßend, kugelig oder eikugelig, gelblich, bis $^1/_2$ *mm* breit und hoch, einem meist kaum sichtbaren gelblichen, häutigen, 60 bis 120 μ dicken, gut begrenzten, aus hyalinen, etwas knorpeligen, plektenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehenden Hypothallus aufsitzend, monokarp, aus gelatinös-knorpeligen, unregelmäßig verflochtenen Hyphen bestehend, oben etwas verquellend.

Einziges Perithecium eiförmig, oben kegelig zugespitzt, chromgelb, mit 40 μ dicker, aus 8 bis 10 Lagen von etwa bis

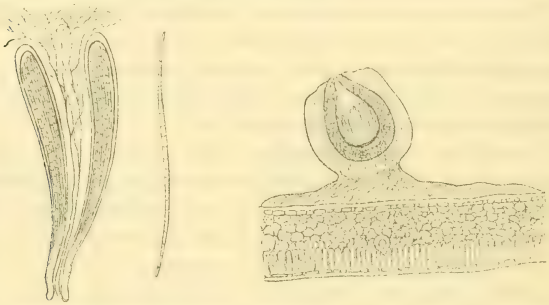


Fig. 13. *Oomyces javanicus* v. H.
Längsschnitt durch den Pilz, zwei Asci mit Paraphysen.
Eine Spore (36/1 und 200/1).

8 bis 12 μ breiten, flachen, mit gelbem Inhalt erfüllten Zellen bestehender Wandung, 350 μ hoch, 250 μ breit, mit rundlicher Mündung. Das das Perithecium umkleidende Stromagewebe oben zirka 100, unten 80 μ dick. Paraphysen sehr zahlreich, oben verzweigt und netzig verbunden, verschleimend. Asci zylindrisch-keulig, oben abgerundet und dickwandig, unten allmählich in einen kurzen, knopfig endenden Stiel verschmälert, 8sporig, 190 bis 200 = 14 bis 16 μ. Sporen hyalin, zylindrisch-spindelförmig, zirka 160 μ lang, oben 3 μ, in der Mitte 4 bis 5 μ, unten allmählich dünn zulaufend, $1^1/_2$ μ dick und spitzlich. Sporen septiert, die obersten Zellen etwa 8 bis 10 μ, die mittleren 4 μ lang, die untersten stark verlängert.

Nur auf der Unterseite der Blätter von *Vaccinium varingaefolium* auf der Spitze des Pangerango auf Java.

Ist eine interessante Form, die ebenso wie *Oomyces monocarpus* Möll. (Phycomyc. u. Ascomyc., p. 149, Taf. IV, Fig. 56) in jedem Stroma nur ein Perithecium enthält. Bei *O. javanicus* ist jedoch das Stroma stärker entwickelt und auch in der mikroskopischen Beschaffenheit völlig von der Peritheciemembran verschieden. Das Perithecium läßt sich leicht aus dem Stroma herausdrücken. Bemerkenswert ist, daß hier das Stroma aus zwei scharf geschiedenen Teilen besteht. Der eine ist als häutig-fleischiger Hypothallus entwickelt. Aus diesem erheben sich kurze Mycelstränge, die an der Spitze kugelig anschwellen und hier das Perithecium entwickeln. Der Hypothallus ist gewöhnlich nur klein, gelblich, und hebt sich vom Substrate kaum ab, höchstens einige Millimeter groß, gewöhnlich gestreckt und an einem Ende die fruchtbaren Stromata bildend.

218. Über Scolecopeltis aeruginea Zimm.

Dieser im Zentralblatt f. Bact. und Parasit.-Kde., 1902, VIII, p. 183, beschriebene Pilz ist in Buitenzorg auf den Blättern von *Coffea liberica* nicht selten. Schon der Umstand, daß der Pilz spangrün ist, deutet darauf hin, daß er keine Microthyriacee ist. Die Untersuchung ergab, daß er eine neue interessante Hypocraceengattung darstellt, die äußerlich einer Microthyriacee gleicht, aber einen ganz anderen Bau hat.

Der Querschnitt des etwa 0·8 *mm* breiten, ganz oberflächlich sitzenden Pilzes zeigt, wie aus der beistehenden Figur zu ersehen ist, daß das rundliche, etwa 320 μ breite Perithecium stark niedergedrückt und unten hyalin und dünnwandig ist, während die obere Hälfte eine dicke, blaugrüne Wandung besitzt, die seitlich in einen kreisrunden, allmählich ganz dünnwandigen, bis 260 μ breiten Flügel verbreitert ist. Das Gewebe der Peritheciumwandung besteht aus 1·5 bis 1·7 μ dicken Hyphen, die im oberen Teile des Peritheciums in bänderartigen, 4 bis 7 μ breiten Bündeln verlaufen, welche plektenchymatisch verflochten sind. Im äußeren, hyalinen Teile des Kreisflügels laufen die Hyphen meist einzeln und bilden eine dünne Membran. Das sehr gut entwickelte flache Ostiolum ist

rund und 20 μ breit. Von oben gesehen, erscheint der Pilz mikroskopisch fein gestrichelt und punktiert, was mit dem geschilderten Hyphenverlauf zusammenhängt. Paraphysen fehlen. Asci dickkeulig, ungestielt, oben kegelig verschmälert und dickwandig, 105 bis 130 = 29 bis 32 μ. Sporen zu 2 bis 4 im Ascus, zylindrisch-spindelförmig, 8 bis 12 zellig, leicht in die 14 bis 16 = 9 μ großen Glieder zerbrechend, meist verbogen, oft gewunden im Ascus liegend, 88 bis 100 = 9 bis 11 μ. Zimmermann's Maßangaben weichen von den hier gegebenen etwas ab. Ich nenne die neue Gattung:

Scolecopeltopsis n. gen. **Hypocreac.**

Perithecien oberflächlich, niedergedrückt kugelig, fleischig-häutig, oben derbwandig und in einen schildförmigen Flügel verbreitert, faserig aufgebaut, mit Ostiolum. Paraphysen fehlen. Sporen hyalin, phragmospor, vielzellig, zylindrisch, leicht zerbrechend.

Scolecopeltopsis aeruginea (Zimm.) v. H.

Wie oben. An Blättern von *Coffea liberica* häufig. Buitenzorg, Java. Es ist mir wahrscheinlich, daß noch andere Microthyriaceen zu den Hypocreaceen gehören werden.

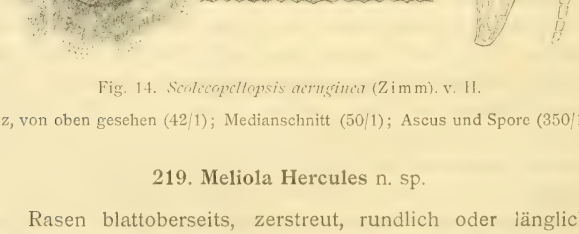


Fig. 14. *Scolecopeltopsis aeruginea* (Zimm.) v. H.

Pilz, von oben gesehen (42/1); Medianschnitt (50/1); Ascus und Spore (350/1).

219. Meliola Hercules n. sp.

Rasen blattoberseits, zerstreut, rundlich oder länglich, 2 bis 5 *mm* breit, schwarz, locker, aus schwarzbraunen septierten, derbwandigen, dendritisch verzweigten 8 μ breiten Hyphen

bestehend. Köpfige Hyphopodien zweizellig, abwechselnd, 20 bis 30 ≃ 15 μ, Köpfchen unregelmäßig rundlich-eckig-lappig. Flaschenförmige Hyphopodien spärlich, abwechselnd, 15 ≃ 8 μ; Perithecialborsten fehlend. Mycelborsten zahlreich, 130 bis 180 μ lang, unten 10 bis 12 μ dick, nach oben allmählich breiter werdend, quer abgestumpft keulig, schwarz opak, mit 2 bis 3 Querwänden, oben bis 30 μ dick. Perithecien wenig zahlreich, schwarz, kugelig, 160 bis 200 μ breit, aus halbkugelig vorspringenden bis 16 μ breiten Zellen bestehend. Asci eiförmig. Sporen zu 3 bis 4 (?), durchscheinend braun, fünfzellig, an den Querwänden eingeschnürt, 42 bis 44 ≃ 12 bis 16 μ.

Auf der Oberseite der Blätter eines Grases *(Anthistiria?)* bei Buitenzorg, Java.

Die Exemplare waren etwas überreif, die Asci meist schon verschwunden. Gehört aber sicher zu den Arten mit eiförmigen Schläuchen. Ist verwandt mit *M. clavulata* Winter (Hedwigia, 1886, p. 98) und noch mehr mit *M. Panici* Earle (Sacc. Syll., XVII, p. 550), von beiden jedoch verschieden. Von beiden Arten durch die charakteristische Form der Borsten ganz abweichend.

220. Meliola substenospora n. sp.

Rasen zerstreut, schwarz, krustig, elliptisch, meist scharf begrenzt, 1 bis 4 *mm* lang. Hyphen dunkelbraun, dicht radiärnetzig verzweigt, derbwandig, stark septiert, 4 bis 8, meist 8 μ breit. Köpfige Hyphopodien abwechselnd, sehr zahlreich, zweizellig, 24 ≃ 13 bis 16 μ, Köpfe unregelmäßig rundlich-eckig-lappig. Ampullenförmige Hyphopodien spärlich, manchmal in Reihen einseitig, nicht gegenständig, schief abstehend, 20 ≃ 8 μ, oben stumpf. Mycelialborsten allein vorhanden, bis 360 μ lang, sehr zahlreich, bald ganz opak, spitz, bald oben durchscheinend braun, septiert und stumpf, unten bis 12 μ breit, oben dünner. Conidientragende Hyphen bald spärlich oder fehlend, bald sehr zahlreich, aufrecht, durchscheinend braun, oben blässer, unten mit 5 bis 6 Septen, oben nicht septiert und etwas torulös, gleichmäßig 5 bis 6 μ dick, 220 bis 340 μ lang, an der Spitze eine durch 4 bis 5 Querwände in ungleichlange Zellen geteilte, verkehrt keulenförmig-spindelförmige, oben kurzfädig

verlängerte und subhyaline, unten hellbraune, etwas bauchige, an der Basis verschmälerte und querabgestutzte 24 bis 34 ≈ 6 bis 7 μ große Conidie tragend. Perithecien spärlich bis zahlreich, schwarz, kugelig, astom, bis 200 μ breit; Peritheciemembran aus polygonalen, konvex vorspringenden, 8 bis 16 μ breiten Zellen bestehend. Asci bald zerfließend, eiförmig, zwei- bis dreisporig. Sporen durchscheinend hellbraun, länglich-zylindrisch, nach beiden Enden wenig verschmälert, beidendig abgerundet, fünfzellig, an den Querwänden nur wenig eingeschnürt, 38 bis 44 ≈ 12 bis 16 μ.

An lebenden Blättern von *Phragmites* sp. im botanischen Garten von Buitenzorg.

Die Art gehört in die formenreiche Gruppe der *M. amphitricha*. Sie ist anscheinend am nächsten mit *M. stenospora* Wint. verwandt. Diese hat aber kleinere Perithecien (120 bis 150 μ) und Sporen (33 bis 38 ≈ 9 bis 12 μ). Auch sind die Rasen kleiner sowie die etwas längeren Borsten nur in der Nähe der Perithecien entwickelt und ist die Wirtspflanze eine ganz andere.

Weiter ab stehen *M. panici* Earle, *saudicensis* E. und Ev. und *laxa* Gaill. Die Richtigkeit der Beschreibungen vorausgesetzt, ist die neue Art von allen, wenn auch nicht sehr, verschieden.

Bei *M. substenospora* kann man zweierlei Lager, die in einander übergehen, unterscheiden. Solche, bei welchen Perithecien und Borsten reichlich vorkommen, hingegen Fruchthyphen fehlen oder spärlich auftreten, und solche, welche keine oder wenige Perithecien und Borsten, hingegen zahlreiche Fruchthyphen zeigten. Letztere sind spärlicher vorkommend, mehr braun, zarter gebaut und am Rande ganz allmählich verlaufend, während die ersteren kohlschwarz und scharf begrenzt sind.

221. Über die Englerulaceae.

Diese von P. Hennings (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 353) aufgestellte Familie, welche von Saccardo (Syll. Fung., XVII, p. 529) zu den Perisporiaceen gestellt wird, umfaßt die beiden Gattungen *Englerula* und *Saccardomyces*.

Das charakteristische der Familie soll darin bestehen, daß die Perithecienmembran strukturlos ist.

Nachdem aber die aus Hyphen aufgebauten Pilze keine strukturlosen Perithecienmembranen besitzen können, ist es klar, daß hier Beobachtungsfehler vorliegen müssen, was, wie das Folgende zeigt, in der Tat so ist.

1. *Englerula Macarangae* P. Henn., die einzige Art der Gattung und der Typus der Familie wurde vom Autor falsch erkannt (Engler's bot. Jahrb. 1905, 34. Bd., p. 49). Das Originalexemplar in Rehm, Ascomyc., Nr. 1539, zeigte mir, daß der Pilz einen violettbraunhyphigen Hyphomyceten mit elliptischen, einzelligen, gefärbten Sporen als Nebenfruchtform besitzt. Nach Hennings soll die *Englerula* auf diesem Hyphomyceten anscheinend schmarotzen. Dies ist aber nicht der Fall, was schon daraus hervorgeht, daß die braunen Hyphen von der Basis der Fruchtkörper ausstrahlen. Aber noch andere Momente zeigen deutlich, daß beide Pilze zusammengehören.

Der junge etwa 30 bis 40 μ breite Pilz besteht aus kugeligen Perithecien ohne Spur von einer Mündung. Die Perithecienmembran besteht aus einer einzigen Schichte von rundlich-polyedrischen Zellen von brauner Farbe. Die Asci sind noch kaum entwickelt. In diesem Zustande ist der Pilz eine typische Perisporiacee.

Nun beginnt die einschichtige Perithecienmembran sich innen und außen schleimig zu verdicken. Der Schleim ist zähe, quillt im Wasser mäßig stark an, ohne sich zu lösen. Schließlich füllt er die Perithecienhöhlung ganz aus. In diesen Schleim wachsen 3 bis 5 eiförmige Asci ohne Paraphysen hinein und vergrößern sich während dem Wachstum des Peritheciums. Der von der Peritheciummembran nach außen abgeschiedene Schleim ist außen scharf abgegrenzt, er umgibt nach der Anquellung in Wasser das ganze Perithecium in Form einer dicken, scharf begrenzten Hülle. Nun beginnen sich in der oberen Hälfte der Perithecien die einzelnen, inzwischen fast hyalin gewordenen und mit einem körnigen Inhalte versehenen Zellen des Peritheciums voneinander zu lösen, da nun auch zwischen denselben Schleim abgesondert wird. Die Zellen trennen sich voll-

ständig voneinander und sind nun teils einzeln, teils zu wenigen zusammenhängend in der Schleimmasse locker eingebettet.

An der Basis der Perithecien findet diese Histolyse der Perithecienmembran nicht statt. Der beschriebene Vorgang schreitet von oben nach unten allmählich fort, so daß keine scharfe Grenze zu finden ist.

Nun sind die Perithecien oben ganz offen und vollständig von der hyalinen, strukturlosen Schleimmasse umhüllt. Die sehr ungleichzeitig reifenden Asci liegen nebeneinander im farblosen Schleim, scheinbar frei, der Pilz macht nun den Eindruck eines Discomyceten, der unten von einer einfachen Zellschichte (dem basalen Teil der Perithecienmembran) berandet ist; diese Zellschichte ist oben unregelmäßig zerrissen.

Fig. 15. *Englerula Macarangae* P. Henn.

Ein junges und ein fast ausgewachsenes Perithecium (200/1).

Die Schleimmasse ist aber zähe und außen scharf (fast cuticulaartig) begrenzt. Diese festere Grenzschichte, die aber kein eigenes nachweisbares Häutchen darstellt, hat nun Hennings für eine strukturlose Perithecienmembran gehalten.

Nach dem Gesagten ist *Englerula Macarangae* eine eigentümliche mit *Dimerium* verwandte Perisporiacee, deren zellige Perithecienmembran durch den geschilderten höchst merkwürdigen Verschleimungsvorgang im oberen Teile ganz zerfällt und scheinbar verschwindet.

Die Perithecienmembran bleibt lange lebend und stirbt nicht wie bei den meisten Pyrenomyceten nach ihrer Ausbildung ab.

Wenn die Familie der *Englerulaceen* aufrecht erhalten bleiben soll, muß sie nun ganz anders charakterisiert werden.

2. *Saccardomyces bactridicola* P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 353). Ein der Beschreibung entsprechender Pilz ist am Originalexemplar, das ich der Direktion des königl. Herbariums in Berlin verdankte, absolut nicht zu finden. Da der Autor selbst angibt, daß die Perithecien ein Ostiolum besitzen und radiat-fibrös aufgebaut sind, und sagt, daß der Pilz vielleicht nur eine Varietät von *S. socius* P. Henn. ist, so handelt es sich offenbar wieder um eine *Ophionectria*.

3. *Saccardomyces socius* P. Henn. (Hedwigia 1904, 43 Bd., p. 353) hat schon nach der Originalbeschreibung mit *Englerula* nichts zu tun. Denn Hennings gibt an, daß der Pilz ein Ostiolum hat, und das Perithecienmembrangewebe subanhyst sein, also doch eine Struktur haben soll.

Die Untersuchung des Originalexemplares aus Ule, Mycoth. brasil., Nr. 63, zeigte mir in der Tat, daß es sich um einen sehr kleinen Pyrenomyceten mit Ostiolum handelt. Derselbe schmarotzt in kleinen Räschen auf dem Mycel von *Dimerium Saccardoanum* P. Henn. Die braune weiche Perithecienmembran zeigt eine deutliche sehr kleinzellig plektenchymatische Struktur. Die Sporen sind einzellig, fädig. gekrümmt, bis 22 μ lang und bis 2 μ breit. Asci keulig, Paraphysen deutlich, fädig.

Für mich ist der Pilz eine braunhäutige *Ophionectria*. Bekanntlich gibt es mehrere gelbbraunhäutige und noch dunklere, sowie auf anderen Pilzen schmarotzende Arten in dieser Gattung. Bei vielen Nectriaceen ist die Struktur der Perithecienmembran ebenso undeutlich kleinzellig wie bei obigem Pilze.

Der Pilz gehört also nicht zu den *Englerulaceen* und muß zu *Ophionectria* gestellt werden.

4. Hingegen kann es als sicher gelten, daß die Gattung *Hyaloderma* Speg. zu den *Englerulaceen* gehört. Kennt man *Englerula*, so ersieht man aus Spegazzini's Gattungsdiagnose, daß er offenbar auch einen oben verschleimenden Pyrenomyceten bei ihrer Aufstellung vor sich hatte.

Doch sind später namentlich von *Patouillard* verschiedene Arten zu *Hyaloderma* gestellt worden, die nicht dahin gehören, wie aus den Beschreibungen ohne weiteres zu ersehen ist.

Leider sind meine Originale von *Hyaloderma imperspicuum* Speg. (Leg. *Balansa*, Guarapi 1883) und *H. perpusillum* Speg. (leg. *Puiggari*, Apiahy 1881) ganz unbrauchbar, so daß ich nichts über sie aussagen kann.

4. Die Gattung *Globulina* Speg. hat nach der Beschreibung mit *Englerula* auch nichts zu tun. Es sind Formen, die teils (*Gl. Ingae* Pat., *Gl. Antennariae* Hasselbr.) offenbar zu *Ophionectria* gehören, teils (*Gl. erisyphoides* Speg.) nahe damit verwandt sind. Sie sind alle zu den *Hypocreaceen* zu stellen.

222. Micropeltis bambusina n. sp.

Perithecien in kleinen Herden, zerstreut, flach halbkugelig, fast schildförmig, schwarz, schwach glänzend, 200 bis 300 μ breit, oberflächlich. Ostiolum rundlich, 12 bis 20 μ breit. Perithecienmembran dünn, nicht radiär gebaut, aus kleinen 4 μ breiten länglichen unregelmäßig verbundenen Zellen bestehend, opak, gegen den Rand etwa 40 bis 60 μ breit, gelbbraun durchscheinend und in eine rundliche, dem Substrat fest angewachsene, etwa 1 *mm* breite, graugelbliche dünne, aus länglichen, gelblichen, dünnwandigen bis 16 × 8 μ großen Zellen aufgebaute Membran übergehend. Selten 2 bis 4 Perithecien stromatisch verwachsen. Paraphysen dick, zahlreich, die Asci überragend, schleimig verbunden. Asci keulig-spindelförmig, oben verschmälert und abgestumpft, 65 bis 85 × 10 bis 12 μ, dünnwandig, nur an der Spitze verdickt. Sporen zu 8, zwei- bis dreireihig, hyalin, länglich-spindelförmig, meist sechs-, seltener vier- bis fünfzellig, die beiden mittleren Zellen etwas länger, 22 bis 28 × 4 bis $5^1/_2$ μ.

An Bambusrohr, Tjibodas, Java.

Die Art hat mit der *M. bambusicola* P. Henn. (Engl. Jahrb., XXVIII., 1900, p. 273) die besondere, meines Wissens bei keiner anderen *Micropeltis*-Art vorkommende Eigentümlichkeit gemein, daß der Rand der Perithecien in eine dem Substrate fest angewachsene, ein Subiculum vortäuschende weit ausgebreitete Membran ausläuft.

Diese Randmembranen fließen oft zusammen und heben sich vom Substrate nur sehr wenig ab, sind sehr dünn, fast pergamentartig und bestehen aus zartwandigen dicht verwachsenen Zellen, die wenigstens gegen den Rand hin nur in einer Schichte liegen. *M. bambusicola* P. H. steht der beschriebenen Art sehr nahe, hat aber nur vierzellige kleinere Sporen und eine dunklere Randmembran.

Noch sei bemerkt, daß sich der beschriebene Pilz eigentlich wie ein stromatischer verhält, weil außer der schildförmigen äußeren Perithecienmembran noch eine davon getrennte innere vorhanden ist, welche den Nucleus einschließt. Wenn, was öfter der Fall ist, mehrere Perithecien miteinander verwachsen, hat jeder Nucleus seine eigene Membran und außer diesen ist noch die gemeinsame schildförmige vorhanden. Daher ist der Pilz eigentlich ein kleines Stroma mit 1 bis mehreren Perithecien und stellt vielleicht eine eigene Gattung dar, die anderen ähnlichen stromatischen Gattungen der *Microthyriaceen* homolog wäre, was späteren Untersuchungen an besserem Material vorbehalten bleiben muß, um so mehr als wahrscheinlich auch andere *Microthyriaccen,* die ja alle noch sehr wenig bekannt sind, sich ähnlich verhalten werden.

223. Lophionema Bambusae n. sp.

Perithecien herdenweise, manchmal zu zwei genähert, schwarz, fast matt, tief eingewachsen, halbkugelig oder halbeiförmig hervorbrechend, rundlich eiförmig, mit derber, 60 bis 90 μ dicker, aus zahlreichen Schichten von kleinen zusammengepreßten Zellen bestehender, ledrig-kohliger, leicht schneidbarer Membran, $^1/_2$ bis 1 *mm* breit, 500 bis 700 μ hoch, oben mit 3 Längsriefen, die durch 2 Rillen geschieden sind. Hals fehlt. Ostiolium spaltenförmig. Asci zylindrisch, bis über 300 μ lang, oben abgerundet und 10 μ breit, unten 8 μ breit, nicht gestielt. Paraphysen sehr zahlreich, nicht verklebt, 1 μ dick, oben netzig verzweigt, die Asci überragend. Sporen zu 8, hyalin, fädig, beidendig stumpf, septiert mit 6 bis 10 μ langen Gliedern, 300 ≈ 1·8 μ, im Ascus verbogen und gewunden liegend. Asci oben bis 4 μ verdickt, mit Jod sich nicht färbend.

Auf dürren, morschen Blattscheiden dicker *Bambus*-Arten, im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Eine interessante Form, die zweifellos in die bisher monotypische Gattung *Lophionema* gehört. Das spaltenförmige Ostiolum erinnert an *Lophodermium*, wohin aber der Pilz mit seinem derben Gehäuse, das auch unten noch gut entwickelt ist, nicht gehört. Derselbe erscheint in keiner der auch bei falscher Auffassung in Betracht kommenden Gattungen beschrieben.

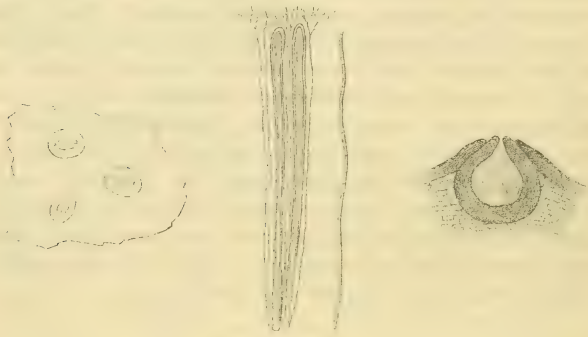


Fig. 16. *Lophionema Bambusae* v. H.

Drei Perithecien von außen gesehen (8/1); zwei Asci mit Paraphysen und eine Spore (200/1), ein Querschnitt durch ein Perithecium (30/1).

224. Chaetosphaeria coelestina n. sp.

Subiculum schwach entwickelt. Hyphen aufrecht, durchscheinend braun, septiert, steif, 130 bis 160 × 5 bis 6 μ, an der Spitze kurzkeulig, etwa 8 bis 10 μ breit angeschwollen, an der Basis 12 bis 20 μ stark zwiebelig verdickt. Eingestreut wahrscheinlich dazugehörige zylindrische, an den Enden quer abgestumpfte, sechszellige, 40 bis 48 × 8 bis 12 μ große Konidien, deren subhyaline Endzellen ganz niedrig sind, während die 4 mittleren braunen Zellen etwa so hoch als breit sind. Ohne Einschnürungen an den Querwänden.

Perithecien meist zu 2 bis wenigen rasig gehäuft, eikugelig, nicht einsinkend, 340 μ breit, 360 bis 380 μ hoch, kohlig-brüchig, blaß himmelblau, mit schwarzblauer, kegeliger, 100 ≃ 120 μ großer Mündungspapille. Oben kahl, sonst mit ziemlich lockerstehenden, steifen, meist etwas hinaufgekrümmten, durchscheinend braunen, septierten, bis 140 bis 180 ≃ 5 bis 6 μ großen Haaren besetzt, die an der Spitze und oft auch in der Mitte bis 8 bis 10 μ breit elliptisch angeschwollen

Fig. 17. *Chaetosphaeria coelestina* v. H.

Zwei Perithecien (25/1); ein Ascus (250/1); drei Schlauchsporen (300/1); zwei Perithecialborsten (300/1); zwei Conidien (300/1).

sind. Anschwellungen der Haare eine hyaline, zähe Masse absondernd und von derselben überzogen. Paraphysen zahlreich, breitfädig, verschmelzend und verschleimend. Asci keulig, oben verschmälert und quer abgestumpft, gestielt, dünnwandig, 170 bis 210 ≃ 16 bis 18, achtsporig; Sporen $1^1/_2$- bis 2 reihig, zylindrisch-spindelförmig, meist stark oft fast knieförmig gekrümmt, sechszellig. Endzellen klein, subhyalin, die 4 mittleren Zellen braun und gleichgroß, nicht eingeschnürt an den Querwänden. Sporen an den Enden stumpflich, 36 bis 44 ≃ 7 bis 8 μ.

An hartem, abgestorbenem Holz; botanischer Garten von Buitenzorg.

Eine merkwürdige, durch die fast himmelblaue Färbung der kohlig-brüchigen, mäßig dünnwandigen Perithecien auffallende Form. Schon die Beschaffenheit der Sporen spricht für die Zugehörigkeit zu *Chaetosphaeria*. Die aufrechten Hyphen des spärlich entwickelten Subiculums gleichen ganz den Haaren der Perithecien. Eigentümlich ist der Umstand, daß die Anschwellungen der Haare eine zähe hyaline Masse absondern. Dasselbe gilt auch für die Hyphen des Subiculums. Die zylindrischen Conidien im Subiculum, die manchmal auch den Perithecien ankleben, ähneln sehr den Ascussporen und gehören daher offenbar zum Pilze, doch konnte ich ihre Entstehungsweise nicht feststellen. Wahrscheinlich entstehen sie einzeln an der Spitze der Haare und aufrechten Hyphen des Subiculums. Die Endanschwellung der Haare sinkt oben oft becherförmig ein.

Wahrscheinlich sind die Perithecien mit einer dünnen Schichte derselben Substanz überzogen, welche die Haare ausscheiden und könnte davon die Farbe derselben herrühren, die offenbar eine Farbe trüber Medien ist.

Ein ähnlicher Pilz scheint *Sphaeria cupulifera* B. und Br. zu sein (Ann. nat. History. IV. Ser. 1871, VII, p. 435, Taf. 21, Fig. 24).

225. Über **Melanomma Trochus** Penz. et Sacc. und **Astrocystis mirabilis** Berk. et Br.

Die tropischen Sphaeriaceen zeigen teils infolge der anderen klimatischen Verhältnisse, teils wegen besonderer Eigenschaften der Nährpflanzen manchmal Besonderheiten, die ihre richtige Einreihung im Systeme, das der Hauptsache nach auf die Pilze gemäßigter Klimate mit ganz anderen Wirtspflanzen aufgebaut ist, schwierig machen. Es werden daher tropische Pilze oft falsch klassifiziert oder für sie unberechtigte Gattungen aufgestellt.

1. *Melanomma Trochus* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. Javanic. 1904, p. 16, Taf. XII, Fig. 1) hat Perithecien, welche ursprünglich eingewachsen sind und nur mit der Mündungspapille die Epidermis des Bambusrohres, auf dem sie wachsen, durchbrechen. In diesem Zustand kann der Pilz bleiben und

vollständig ausreifen. Es ist kein Zweifel, daß er so eine *Leptosphaeria* darstellt, die von den europäischen *Leptosphaerien* nur dadurch abweicht, daß die Perithecienmembran nicht häutig sondern derb, weichkohlig ist. Hiedurch nähert sich derselbe der Gattung *Massaria,* von der er jedoch durch die Sporenform und durch den Mangel einer Schleimhülle um die Sporen abweicht. Betrachtet man die Sporenformen bei *Massaria* in Berlese Icon., so sieht man gleich, daß *Melanomma Trochus* mit *Massaria* keine näheren Beziehungen hat. Die Derbheit der Perithecienmembran ist aber bedingt durch die feste und zähe Beschaffenheit des Nährsubstrates: Bambusrohr. Dünnhäutige eingewachsene Sphaeriaceen können sich an solchem einfach nicht entwickeln.

Nicht immer bleibt aber *Melanomma Trochus* unter der festen Epidermis des Bambusrohres sitzen. Der Pilz hat die Eigentümlichkeit, noch im ausgereiften Zustande weiter wachsen zu können. Während er ursprünglich, obschon reife Sporen führend, kleiner und flach ist und nur mit der Mündungspapille die Epidermis durchbricht, wird er nun durch Weiterwachsen regelmäßig konisch und bis 1 *mm* breit und hoch. Die ihn deckende, geschwärzte Partie der Epidermis zerreißt radial in eine Anzahl spitzer Lappen, der Pilz tritt als regelmäßiger schwarzer Konus frei hervor und ist an der Basis von den Epidermislappen wie von einer Volva umgeben. Nun hat der Pilz keine Ähnlichkeit mehr mit *Leptosphaeria* und wurde daher von den beiden Autoren, die die Entwicklung desselben nicht kannten, als *Melanomma* beschrieben. Tatsächlich ist es aber eine *Leptosphaeria,* deren Besonderheiten — derbe Perithecienmembran und Hervorbrechen durch strahliges Zerreißen der deckenden geschwärzten Epidermis — mit der Beschaffenheit des Nährsubstrates zusammenhängen. *Melanomma* hat von Anfang an oberflächliche Perithecien. Meiner Ansicht nach liegt auch kein Grund dafür vor, für den Pilz eine neue Gattung aufzustellen, da er oft bleibend von der Epidermis bedeckt ist. Im vollentwickelten Zustande stellt derselbe allerdings eine auffallende und besondere Form dar. Es scheint mir das Richtigste, ihn in eine eigene Sektion der Gattung *Leptosphaeria* zu stellen. Diese Sektion könnte *Astrosphaeria* genannt werden.

Der Pilz heißt also richtig *Leptosphaeria* (Sect. *Astrosphaeria*) *Trochus* (Penz. et Sacc.) v. H.

Ähnlich dürfte sich auch *Melanomma leptosphaerioides* Penz. und Sacc. verhalten, die ich aber nicht gesehen habe.

2. *Astrocystis mirabilis* Berk. und Br. (Journ. of the Linn. Soc. 1873, XIV, p. 123) ist ein Pilz, der sich genau so wie der eben besprochene verhält. Er entwickelt sich ebenfalls unter der Epidermis und kann unter dieser zur völligen Reife gelangen. So stellt er eine ganz typische *Anthostomella* dar. Gewöhnlich bricht er jedoch, die Epidermis sternförmig lappig zerreißend, durch und sitzt dann, von den geschwärzten Epidermislappen volvaartig umgeben, scheinbar oberflächlich. Mit *Rosellinia,* mit der ihn Penzig und Saccardo vereinigen möchten (Icon. Fung. Javan., p. 7), hat derselbe jedoch nichts zu tun. Der Gattungsname *Astrocystis* kann zur Bezeichnung einer Sektion von *Anthostomella* verwendet werden.

Der Pilz hat also richtig zu heißen *Anthostomella* (Sect. *Astrocystis*) *mirabilis* (Berk. et Br.) v. H.

Von der Richtigkeit der hier mitgeteilten Tatsachen habe ich mich an meinem reichlichen in Tjibodas auf Java gesammelten Material überzeugt.

226. Metasphaeria javensis n. sp.

Perithecien herdenweise, manchmal zu 2 bis mehreren rasig verwachsen, eingesenkt-hervorbrechend, unten kugelig, nach oben konisch, mit rundlicher Mündung, schwarz, 200 bis 300 μ breit. Perithecienmembran oben bis 40 μ dick, schwarzbraun, opak, an der Basis dünn, hell. Paraphysen sehr zahlreich, fädig, 2 bis 3 μ dick, nicht verschleimend. Asci zartwandig, in der Mitte am breitesten, oben quer abgestutzt, achtsporig, unten kurz stielartig verschmälert, 110 ≍ 12 μ. Sporen $1^1/_2$ reihig, hyalin, zartwandig, ohne Schleimhülle, länglich, nach beiden Enden etwas verschmälert, beidendig abgerundet, fast stets sechszellig, an den zarten Querwänden nicht eingeschnürt, 24 bis 26 ≍ 6.

An lebender glatter Baumrinde in Gesellschaft von *Nummularia* sp., *Trichosphaeria javensis* v. H. und *Melanomma parasiticum* E. et Ev. in Tjiburrum bei Tjibodas, Java, 1908.

Die Perithecien sind scheinbar oberflächlich, daher der Pilz *Zignoëlla*-artig aussieht. Querschnitte lehren jedoch, daß er eingewachsen ist und nur scheinbar hervorbrechend. Die zarthäutigen Sporen zeigen keine Spur von einer Schleimhülle, trotz der derben Perithecien. Der Pilz ist in den Gattungen *Zignoëlla, Metasphaeria* und *Massarina* nicht beschrieben.

227. Neopeckia Bambusae n. sp.

1. Ascuspilz: Perithecien oberflächlich, lockerrasig, kohlig, derbwandig, matt-rauh, kugelig, oben abgerundet, 400 bis 600 μ breit, an der Basis von violettbraunen, wellig verlaufenden 3 bis 4 μ breiten Hyphen umgeben.

Paraphysen fehlend. Asci spindelförmig, langegestielt, oben quer abgestutzt, dünnwandig, achtsporig, 120 ≃ 16 μ, davon auf den 5 μ dicken Stiel 50 μ kommen. Sporen zwei- bis dreireihig, durchscheinend braun, länglich-elliptisch, beidendig abgerundet, an der Querwand schwach eingeschnürt, in jeder Zelle 1 bis 2 große Öltropfen, 16 bis 19 ≃ 6 bis 7 μ, gerade oder kaum gekrümmt.

2. Konidienpilz: *Phacoisaria Bambusae* n. F. Synnemata schwarz, dicht herdenweise, hie und da gebüschelt, bis 1 bis 1·5 *mm* lang und 40 bis 50 μ dick, doch auch kleiner (250 ≃ 20 μ), pfriemenförmig, an der Basis scheibig verdickt und von violettbraunen Hyphen umgeben, oben spitz oder stumpf, aus zahlreichen parallel verwachsenen 2 bis 3 μ breiten Hyphen bestehend, im oberen Teile ringsum lockerstehende, subhyaline, 10 bis 20 ≃ 2 bis $2^1/_2$ μ große, feingezähnte Sporen tragende Hyphenenden zeigend. Sporen hyalin, länglich bis stäbchenförmig, stumpflich, einzellig, 6 bis 10 ≃ 1·5 bis 2 μ.

An morschen Stammstümpfen einer *Bambusa (Gigantochloa alter),* botanischer Garten von Buitenzorg.

Die oberflächlichen Perithecien stehen in kleinen Gruppen oder Rasen zwischen den steifen, borstenartigen Synnematen des Konidienpilzes, der zweifellos dazugehört. Derselbe ist im wesentlichen so wie *Isaria* gebaut, aber eine *Phaeostilbee.* Ich halte es für zweckmäßig, für die phaeostilbeen *Isaria*-Arten eine neue Formgattung aufzustellen, nämlich:

Phaeoisaria n. g.

Synnemata aus braunen Hyphen aufgebaut, nicht köpfig oder keulig, ringsum mit kurzen, sporentragenden Hyphenenden besetzt. Sporen rundlich oder, länglich einzellig, hyalin oder gefärbt.

In diese Formgattung werden noch gehören:

Graphium Sacchari Speg. (Sacc. Syll. XIV, 1111), welche der *Phaeoisaria Bambusae* sehr nahe steht. Ferner *Isaria sphecophila* Ditm.; *I. gracilis* Vossl. und *I. surinamensis* Vossl.

228. Melanomma anceps n. sp.

Perithecien oberflächlich, zerstreut, kugelig, oben etwas abgeflacht, ringsum grobwarzig-höckerig-rauh, weichkohlig-brüchig, 600 bis 700 μ breit. Peritheciumwand 80 bis 180 μ dick, aus leeren, nicht zusammengepreßten, polyedrischen, dünnwandigen, 5 bis 20 μ breiten violettschwarzen Zellen bestehend. Paraphysen zahlreich, breitfädig, verklebend und verschleimend. Asci zartwandig, keulig, nach oben und unten allmählich verschmälert, achtsporig, 110 = 13 μ. Sporen 2reihig, länglich, nach beiden abgerundeten Enden verschmälert, gerade oder etwas gekrümmt, dünnwandig, 30 bis 36 = 6 bis 7·5 μ, lange hyalin und zweizellig bleibend, zuletzt blaßviolett und vierzellig, an den Querwänden nicht eingeschnürt, die zwei mittleren Zellen schmäler als die Endzellen.

An einem morschen monocotylen Stamm, Buitenzorg, Java.

Der Pilz gleicht im scheinbar reifen Zustande vollkommen einer *Bertia* und ist vielleicht schon als solche beschrieben. Allein die Beschreibungen der tropischen *Bertia*-Arten sind zu unvollkommen, um dies zu entscheiden. Die Sporen bleiben sehr lange hyalin und zweizellig, und gleichen auch sonst den Sporen mehrerer *Bertia*-Arten. Sie können anscheinend auch in diesem Zustande frei werden. Allein in alten Perithecien sind sie nach dem Verschwinden der Asci blaßviolett und meist vierzellig. Daher kann der Pilz nur als *Melanomma* betrachtet werden. Es kann aber sein, daß noch andere *Bertia*-Arten oder

alle sich ähnlich verhalten. In diesem Falle müßte die Gattungsdiagnose von *Bertia* geändert werden.

Bekanntlich gibt es ja mehrere Pyrenomyceten, deren Sporen meist im unreifen Zustande frei werden, z. B. *Bombardia fasciculata*. Jedenfalls ist die beschriebene Form ein Übergangsglied zwischen den Gattungen *Melanomma* und *Bertia*.

229. Zignoëlla lichenoidea n. sp.

Perithecien oberflächlich, einem schwärzlichen, fest angewachsenen, dünnkrustigen, zerrissenen Basalstroma meist dichtrasig und seitlich aneinanderstoßend aufsitzend, zum Teil in Reihen oder vereinzelt, kugelig, ledrig-kohlig, schwarz, schwach glänzend, oben mit kleiner Mündungsscheibe und kleinem Ostiolum, dickwandig (Wandung 50 bis 60 μ dick), 360 bis 470 μ breit und hoch. Asci zahlreich, keulig, gestielt, oben abgerundet stumpf und dickwandig, 120 ≃ 13 bis 14 μ. Paraphysen sehr zahlreich, die Asci überragend, verzweigt, verschleimend, derbfädig. Sporen zu 8, hyalin, $1^1/_2$ reihig, derbwandig, mit 3 Querwänden, elliptisch, 22 ≃ 9 μ, mit 4 großen Öltropfen.

An dem ziemlich glatten Periderm lebender Stämme von *Albizzia moluccana* im botanischen Garten von Buitenzorg.

Der Pilz ist keine typische *Zignoëlla*. Da derselbe nur auf der lebenden Rinde vorkommt, ist derselbe ein oberflächlich wachsender Schmarotzer. Er macht ganz den Eindruck einer Flechte. Ein ganz dünnkrustiges, stellenweise fehlendes Basalstroma bildet am glatten Periderm bis handgroße schwärzliche Flecke, welche in getrennten Gruppen und Reihen zahlreiche Perithecien zeigen. Am Umfange scheint das Stroma sich flechtenartig auszubreiten. Die Perithecien sind nicht rein kohlig, sondern ledrig-kohlig. Die Paraphysen sind ursprünglich dickfädig, verquellen aber bald zu einer zähen Masse, in der man den Inhalt der Lumina in Form von dünnen, glänzenden Fäden, die oben netzig verzweigt sind, sieht.

Vermutlich gibt es noch andere *Zignoëlla*-Arten, die sich ähnlich verhalten, wie die beschriebene. Dieselben würden mit dieser eine natürliche Gruppe bilden, die sich gut von den

vielen übrigen, saprophytischen Arten mit brüchigem, kohligem Gehäuse unterscheiden würde.

Nach den vorhandenen Diagnosen dürften in diese Gruppe *Z. truncata* Rehm.; *Z. omphalostoma* Penz. et Sacc. und *Z. Caesalpiniae* Zimm. gehören. Namentlich die beiden letztgenannten Arten sind sicher sogar sehr nahe mit der beschriebenen verwandt. Es sind wahrscheinlich auch Parasiten mit mehr ledrigem Gehäuse.

230. Zignoëlla Abietis n. sp.

I. Perithecien oberflächlich, mehr weniger dicht herdenweise, oft weit ausgebreitete Überzüge mit aus braunen, septierten, 3 bis 4 μ breiten Hyphen gebildeten, stellenweise undeutlichem Subiculum, kugelig, mit kurz-konischer Mündungspapille, kohlig, glatt, schwachglänzend, brüchig, zirka 180 μ breit, kahl oder gegen die Basis mit wenigen, zerstreuten, steifen, bräunlich-violetten, septierten, durchscheinenden, glatten, stumpfen, 200 = 3 bis $4^1/_2$ μ großen Borsten besetzt. Paraphysen zahlreich, fädig, sehr zartwandig, 3 μ breit. Asci keulig, oben und unten verschmälert, meist 80 bis 90 = 10, seltener bis 120 = 8 μ. Sporen zu 8, zweireihig, spindelförmig, beidendig spitz, stets vierzellig, hyalin, mit 4 Öltropfen, 26 bis 32 = 3 bis 4 μ.

II. Conidienpilz. *Acrotheca Zignoëllae* n. f. Fruchthyphen einzeln oder zu wenigen gebüschelt, meist einfach, steif aufrecht, derbwandig, zart septiert, durchscheinend braun, bis 230 μ lang, an der Basis oft zwiebelig verdickt, unten 5 bis 6 μ, oben 3 μ dick, seltener unter der Spitze 1 bis 3 gebogene Äste zeigend, die der Stammhyphe gleichen. Sporen hyalin, stäbchenförmig, einzellig, gerade, oben abgerundet stumpf, unten kegelig zugespitzt, 10 bis 13 = 2 bis 3 μ, an der Spitze der Fruchthyphen zu mehreren gebildet und parallel zu einem Köpfchen verklebt.

An der glatten Rinde morscher Tannenstämme in den höheren Lagen des Wienerwaldes nicht selten. Manchmal ganze Stämme überziehend (Rehm, Ascomyc. exsic., Nr. 1740, Ann. mycol. 1907, p. 469).

Der beschriebene Conidienpilz bildet oft ein zartes, ausgebreitetes Subiculum, auf welchem die Perithecien in dichten Herden sitzen. Wo die Perithecien einzeln stehen oder sehr locker angeordnet sind, kann dasselbe fehlen. Die Hyphen der *Acrotheca Zignoëllae* gleichen völlig den langen Borsten, welche manchmal auf den Perithecien sitzen und es ist kein Zweifel, daß beide Pilze metagenetisch zusammengehören. Der Perithecienpilz bildet eine gut charakterisierte Form, die aber nicht isoliert dasteht, sondern mit mehreren anderen eine Gruppe von Arten bildet, die vielleicht ineinander übergehen. Diese Arten haben alle kleine, zerbrechliche Perithecien, die bald kahl sind, bald einzelne lange stumpfe Borsten tragen. Man findet sie in den Gattungen *Zignoëlla, Acanthostigma* und *Lasiosphaeria*. Es sind folgende:

1. *Zignoëlla crustacea* Karsten hat etwas kleinere Perithecien und Asci und vierzellige, 20 bis 22 = 3 bis 4 μ große Sporen.

2. *Lasiosphaeria Britzelmayri* Sacc. (Syll. II. 192) ist eine *Zignoëlla,* die sich von der *Z. Abietis,* wie es scheint, nur durch sechs- bis siebenzellige Sporen (30 = 4) sowie etwas größere Perithecien unterscheidet.

3. *Acanthostigma fennicum* (Karst.) Berl. (Icon. I, p. 102, Taf. 99, Fig. 3) steht der vorigen Art sehr nahe und ist kaum eine Varietät derselben.

4. *Zignoëlla macrospora* Sacc. (Syll. II, 221) unterscheidet sich von *Z. Abietis* nur durch die längeren, undeutlich septierten schließlich wahrscheinlich sechs- bis neunzelligen) Sporen (35 bis 40 = $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ μ).

Am besten werden diese Formen als *Zignoëlla*-Arten betrachtet, da die Perithecien oft ganz kahl sind und die manchmal auftretenden Borsten nicht typisch entwickelt sind und meist nur vereinzelt stehen.

Im Wienerwalde fand ich im Laufe der Jahre viele hiehergehörige Formen, die zum Teile deutliche Übergänge darstellen.

So auf Tannenrinde eine Form mit 200 bis 350 μ großen Perithecien und vier- bis sechszelligen, 25 bis 32 = 2 bis $3^1/_2$ μ

großen Sporen. Offenbar eine Übergangsform von *Z. Abietis* zu *Z. Britzelmayri* (Sacc.).

Auf Tannenrinde eine Form mit 200 bis 250 μ großen Perithecien und neunzelligen, 36 bis 40 = $2^1/_2$ bis 3 μ großen Sporen. Ein Verbindungsglied zwischen *Z. Britzelmayri* und *Z. macrospora*.

Auf *Fagus*- und *Carpinus*-Holz eine Übergangsform zwischen *Zignoëlla fennica* und *Z. macrospora*. Perithecien 300 bis 400 μ; Asci 120 bis 150 = 8 μ; Sporen vier- bis sechszellig, 27 bis 41 = 3 bis 4 μ.

Formen, die gut der *Z. macrospora* Sacc. entsprechen, kommen im Wienerwalde sowohl auf Laub- wie auf Nadelholz vor. Ebenso die der *Z. crustacea* Karst. entsprechende Form auf Nadelholz.

Man sieht, daß alle diese Arten in derselben Gegend vorkommen und daneben Übergangsformen. Daraus schließe ich, daß sie alle nur Formen einer sehr variablen Art sind, die, je nach der Gunst der Umstände, bald größere oder kleinere Perithecien, längere oder kürzere Sporen ausbildet, mit 3 oder mehr Querwänden. Vergleicht man alle diese Formen unter dem Mikroskope miteinander, so sieht man, daß sie offenbar alle in denselben Formenkreis gehören.

Als Hauptart wäre die *Z. Britzelmayri* Sacc. (= *Z. fennicum* [Karst.]) zu betrachten. Kürzere Sporen haben *Z. crustacea* K.; ebensolange aber stets vierzellige Sporen hat *Z. Abietis* v. H. und längere bis neunzellige Sporen hat *Z. macrospora* Sacc.

231. Acanthostigma Bambusae n. sp.

Perithecien oberflächlich, herdenweise, meist einzelstehend, manchmal in Gruppen zu 2 bis 5 rasig gehäuft, auf ausgebreiteten, schwärzlichen, zartsamtigen Flecken stehend, schwarz, kohlig, schwach glänzend, kugelig, oben abgerundet oder mit flachkegeliger Mündungspapille, 210 bis 280 μ breit, mit unregelmäßig rundlichem 20 μ breitem, flachem Ostiolium, oben kahl, nach abwärts mit spärlichen, schwarzen, opaken, septierten, stumpflichen, steifen, an der Spitze blässeren, 200 bis 250 = 6 bis 7 μ großen Borsten besetzt. Paraphysen sehr zahlreich, fädig, sehr zartwandig, lang, 4 μ breit. Asci 100 bis

130 = 15 bis 20, achtsporig, ungestielt oder mit bis 40 μ langem unten knopfigem Stiel, dünnwandig, keulig-spindelförmig, in der Mitte am breitesten, nach oben kegelig verjüngt, stumpflich. Mit Jod sich nicht färbend. Sporen zwei- bis dreireihig stehend, hyalin, meist 12zellig, 51 bis 54 = 7 μ groß, spindelförmig, an den Enden stumpflich. Perithecienwandung brüchig, oben opak, unten etwas durchscheinend, aus polyedrischen 6 bis 10 μ breiten Zellen gebildet.

Auf morschen großen *Bambusa*-Blattscheiden im botanischen Garten von Buitenzorg, Java 1907.

Unter den *Zignoëlla*- und *Acanthostigma*-Arten scheint nur *Zignoëlla intermedia* Pass. (Syll. IX, p. 865) näher verwandt zu sein. Diese hat aber nur 30 bis 33 = 5 bis 6 μ große Sporen. Weiter ab steht *Zign. dolichospora* Sacc. Die beschriebene Art könnte wegen der in der oberen Hälfte kahlen Perithecien auch als *Zignoëlla* betrachtet werden. Die Beborstung der unteren Hälfte scheint aber konstant zu sein, daher ich sie als *Acanthostigma* auffasse.

Der zarte Samtüberzug, in welchem die Perithecien sitzen, besteht aus einfachen, steifen, schwarzbraunen, opaken, an der Spitze blässeren 200 = 6 bis 7 μ großen Fruchthyphen, die an der Spitze anscheinend mehrere eiförmig-elliptische, durchscheinend lichtbraune, vierzellige, 22 bis 28 = 10 bis 11 μ große Konidien tragen. Die 3 unteren Zellen dieser Konidien sind braun, die oberste fast hyalin. Die unterste Zelle ist fast doppelt so hoch wie die 3 oberen und zeigt unten ein weißes Ansatzspitzchen. Darnach wäre der Hyphomycet ein *Acrothecium* (*Acrothecium Bambusae* n. f.); es ist mir sehr wahrscheinlich, daß er als Nebenfruchtform zur *Acanthostigma* gehört.

232. Trichosphaeria javensis n. sp.

Perithecien oberflächlich, zerstreut, matt-schwarz, eiförmig, oben kurz kegelig, 300 μ breit, unten kahl, oben mit 10 bis 15 durchscheinend braunen, mit 5 bis 10 Querwänden versehenen aufgebogenen, steifen, an der spitzen oder stumpflichen Spitze helleren, 120 bis 240 μ langen, unten 10 bis 14, oben 6 bis 7 μ breiten Borsten versehen. Perithecienmembran durchscheinend dunkelbraun, aus polyedrischen 7 bis 8 μ breiten Zellen

bestehend. Paraphysen fehlend. Asci sehr zartwandig, keulig, oben kegelig verschmälert und quer abgestumpft, unten allmählich in einen 30 μ langen Stiel übergehend, achtsporig, 80 bis 100 = 16 μ. Sporen $1^1/_2$- bis 2 reihig, lange hyalin bleibend, zuletzt sehr blaßbräunlich, elliptisch, einzellig, mit 1 großen Öltropfen, 12 bis 14 = 7 bis 8 μ.

An lebenden Baumrinden, Tjiburrum bei Tjibodas, Java 1908.

Die Zellen der Perithecienmembran stehen zum Teile etwas vor und bewirken eine gewisse Rauhigkeit der Perithecien.

233. Trichosphaeria bambusina n. sp.

Perithecien oberflächlich, in einem weißen sehr zarten Hyphengewebe sich entwickelnd, in dichten kleinen Herden, schwarz, häutig-kohlig, kugelig, 80 bis 90 μ breit, ringsum mit ziemlich lockerstehenden, einzelligen, spitzen, kegelig verjüngten, steifen, schwarzbraunen, etwas durchscheinenden 20 bis 32 = 3 bis 5 μ großen Borsten besetzt, die oben eine kleine rundliche Fläche mit dem kleinen Ostiolum frei lassen. Paraphysen fehlend. Asci ungestielt, spindelig-keulig, achtsporig, zartwandig, 24 bis 28 = 4 bis $5^1/_2$ μ. Sporen meist zweireihig, länglich bis stäbchenförmig, gerade oder sehr schwach gekrümmt, beidendig stumpflich, hyalin, mit 4 großen Öltröpfchen (schließlich undeutlich vierzellig), 6 bis 7 = 1·5 bis 2 μ groß.

Auf morschem Bambusrohr, Tjibodas, Java.

Die Perithecien sitzen stets einem weißen Hyphomyceten auf mit 1 bis 2 μ breiten Hyphen, der offenbar metagenetisch dazu gehört. Es scheint ein *Cephalosporium* oder *Oospora* zu sein.

Da die Schlauchsporen zuletzt wenigstens scheinbar vierzellig werden, so könnte der Pilz auch als *Acanthostigma* betrachtet werden. Indessen erscheinen die Sporen in Glycerin einzellig und ist der Pilz offenbar *Trichosphaeria* näherstehend.

In den Gattungen *Trichosphaeria*, *Acanthostigma*, *Eriosphaeria*, *Niesslia*, *Venturia*, *Coleroa* ist derselbe nicht zu finden und wird daher wohl neu sein.

234. Ophioceras Bambusae n. sp.

Perithecien zerstreut, unter die Epidermis eingesenkt, schwarz, durchscheinend, flachgepreßt, außen erhaben schildförmig, glatt, schwachglänzend, elliptisch, bis 1 *mm* lang und $^2/_3$ *mm* breit, mit 60 bis 100 μ breitem, brüchigem, aufwärts gerichtetem, verkrümmtem, 2 bis $2^1/_2$ *mm* langem schwarzen Schnabel. Asci zylindrisch, in der Mitte spindelig wenig verbreitert, mit dickem kurzen Stiel, stumpf, durchwegs sehr zartwandig, 90 bis 95 $\simeq 5^1/_2$ bis $6^1/_2$ μ, vier- bis achtsporig. Pseudoparaphysen zahlreich, meist viel länger als die Asci, äußerst zartwandig, mit einzelnen kleinen Öltröpfchen, septiert, 4 bis 10 μ breit. Sporen hyalin, fadenförmig, nach den beiden stumpflichen Enden etwas verschmälert, undeutlich septiert, bogig gekrümmt, 75 bis 80 $\simeq 1 \cdot 5$ μ.

An morschem Bambusrohr, Tjibodas, Java.

Wenn Beschreibung und Abbildung von *Ophioceras dolichostomum* Penz. und Sacc. (Icon. Fung. Javanicorum, 1904, p. 24, Taf. XVII, Fig. 3) richtig sind, was ich bezweifele, so ist der beschriebene Pilz davon verschieden. Die zitierte Abbildung zeigt echte Paraphysen, die jedenfalls nicht vorhanden sind, und Asci, wie sie bei Pilzen mit fädigen Sporen nicht vorkommen. Dieselben sind sechsmal so lang als breit gezeichnet, während sie nach der Diagnose neunmal so lang als breit sein sollten.

235. Ceratostomella bambusina n. sp.

Perithecien hervorbrechend-oberflächlich, gruppenweise zerstreut, schwarz, kohlig, brüchig, kugelig, 230 bis 240 μ breit, mit bis 600 μ langem, zerbrechlichem, oben 60, unten 80 μ dickem verbogenem Schnabel, mit 200 bis 300 μ langen, steifen, septierten, dunkelrotbraunen, glatten, abstehenden, 2 bis 4 μ dicken Hyphen locker bedeckt. Paraphysen dickfädig, zart, undeutlich. Asci ungestielt, sehr zartwandig, zylindrisch, 32 $\simeq 3$ μ. Sporen zu 8, einreihig, hyalin, kugelig, an den Berührungsstellen oft abgeflacht, mit einem Öltropfen, $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ μ breit.

An Spaltflächen morschen Bambusrohres, Tjibodas, Java.

Der Pilz ist eine ganz typische *Ceratostomella*. Aus dieser Gattung ist nur eine Art: *C. sphaerosperma* Fuckel (Fungi rhenani, Nr. 2013, Symb. mycol., p. 137) mit kugeligen Sporen bekannt, alle anderen haben längliche Sporen.

Fuckel's Art, die auf morschem Nadelholz wächst, hat, wie die Untersuchung des Originalexemplares ergab, ganz kahle, etwa 240 μ breite, eikugelige Perithecien; der Schnabel ist etwa von Perithecienlänge und 65 μ dick. Das Gewebe der fast ledrigen, nicht brüchigen Perithecienmembran ist durchscheinend umbrabraun und undeutlich kleinzellig. Die Asci fand ich zirka 25 bis 30 μ lang und 3 μ breit. Von dem Vorhandensein eines Stieles an denselben konnte ich mich nicht überzeugen. Die hyalinen Sporen sind kugelig oder eikugelig, stehen zu 8 fast stets einreihig und sind 2 bis 3 μ breit. Ist jedenfalls spezifisch von der javanischen Art verschieden.

236. Über Letendraea atrata, Penz. et Saccardo.

Diesen Pilz fand ich auf Java (bei Buitenzorg?) an morschem Holz und auf ebensolcher Rinde. Da Beschreibung und Abbildung (in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 46, Taf. 32, Fig. 3) keineswegs mit meinem Befunde stimmten, sandte ich mein Exemplar Herrn Prof. P. A. Saccardo in Padua, der die Güte hatte, es mit dem Penzig'schen Original zu vergleichen und beide identisch fand.

Der Pilz ist dadurch interessant, daß die jüngeren frischen Perithecien ganz anders aussehen als die älteren. Erstere erscheinen breiter und niedriger und sind oben mit unregelmäßigen, manchmal niedrigen, manchmal bis 60 μ breiten und hohen ziegelroten Warzen bedeckt, die in fünf, durch vom unregelmäßig zerrissenen rundlichen, etwa 20 μ breiten Ostiolum ausgehenden Furchen getrennten Gruppen angeordnet sind. Die Perithecien sind dann oben ziegelrot und oft fast sternförmig. Die roten Warzen bestehen aus zahlreichen leeren, polyedrischen, roten Parenchymzellen. Die Perithecien sind unregelmäßig rundlich, etwa 260 μ breit und hoch, oft fast tonnenförmig, oben und unten flach. Die Perithecienmembran ist sehr ungleichmäßig entwickelt, die dünneren Stellen sind etwa 30 μ dick, stellenweise ist sie bis 50 μ dick. Sie besteht aus etwa 8 bis

10 Lagen von dunkelbraunen, offenen, leeren, mäßig dünnwandigen Zellen und ist durchaus nicht fleischig, sondern trocken, leicht brüchig, umbrabraun. Die älteren Perithecien sind durchaus schwarzbraun, wenig rauh, oft fast glatt. Sie zeigen selten um das Ostiolum eine hellere Areola (wie sie Penzig l. c. zeichnet). Manchmal sind die Perithecien höher wie breit, manchmal breiter wie hoch. Am morschen Holz sitzen die stets oberflächlichen Perithecien dicht rasig, wobei oft 2 bis 3 miteinander verschmelzen oder sie treten herdenweise auf. Auf Rindenrissen wachsend stehen die Perithecien dicht rasig und sieht der Pilz einer braunen *Nectria* gleich.

Die Perithecien sind oben kahl, sitzen jedoch in einem lockeren, schwarzbraunen Filz, der aus braunen, derbwandigen $3^1/_2$ bis 4 μ breiten, wenig verzweigten, wellig verlaufenden, septierten Hyphen besteht, die aus dem unteren Teil der Perithecien entspringen.

Die Asci sind zahlreich, länglichkeulig, oben abgerundet, rasch in einen 20 μ langen, unten knotigen Stiel verlängert, 95 bis 105 = 10 bis 12 μ groß, achtsporig. Paraphysen zahlreich, fädig, 2 bis $3^1/_2$ μ breit, die Asci überragend. Die Sporen stehen $1^1/_2$- bis 2 reihig, sind zweizellig, stark eingeschnürt und sehr gleichmäßig groß, 20 bis 22 = $6^1/_2$ μ; sie sind eigenartig grauoliven bis grauviolett gefärbt und stark durchscheinend. Die Sporenmembran ist zweischichtig. Die äußere Schichte ist gefärbt und mäßig derb, die innere ist sehr zart und hyalin; letztere zeigt in der Mitte jeder der beiden Sporenzellen eine oft kaum sichtbare, oft ganz deutliche ringförmige Verdickungszone, durch die der homogene Plasmainhalt der Zellen etwas eingeschnürt wird. Daher sehen die Sporen manchmal fast vierzellig aus. Die obere der beiden Sporenzellen ist meist sehr wenig kürzer und breiter als die untere. Die Sporen sind nach beiden Enden etwas verschmälert, oben und unten abgerundet; häufig sind sie sehr schwach gekrümmt (das Penzig'sche Sporenbild ist daher falsch).

Man ersieht aus dieser Beschreibung, daß der Pilz keine *Letendraea* ist. Die Perithecien sind nicht fleischig, sondern brüchig; ferner sitzen sie in einem Hyphenfilz und sind unten wollig.

Der Pilz gehört daher nicht zu den Hypocreaceen sondern zu den Sphaeriaceen. Bei diesen kann er nur in der Gattung *Neopeckia* Sacc. (1883) (= *Didymotrichia* Berl. 1892) eingereiht werden.

Unter den *Neopeckia*-Arten kommen nur *N. diffusa* (Schwein.), *N. rhodosticta* (B. u. Br.) Sacc. und *N. rhodomphala* (Berk.) in Betracht.

Unter *N. diffusa* werden zwei Formen verstanden:

N. diffusa (Schw.), Starbäck (Studier i Elias Fries Swampherbarium in Bih. Svenska Vet.-Akad. Handl., 19. Bd., Afd. III., Nr. 2, p. 30) ist von *Letendraea atrata* sicher verschieden.

N. diffusa (Schw.) in Ellis u. Ev. North. Am. Pyren., 1892, p. 158, Taf. 23, Fig. 1 bis 5, sub *Herpotrichia* stimmt ziemlich gut zu dem Pilze aus Java und ist sicher mindestens sehr nahe mit ihm verwandt. Nach Ellis und Everhardt l. c. ist diese Art synonym mit *N. rhodomphala* (Berk.), deren Beschreibung in Sacc. Syll. auch gut stimmt, mit Ausnahme der Angabe, daß die Sporen $25 = 7 \cdot 5\ \mu$ groß sind, die auf einem Fehler beruht, da Berkeley die Sporen 23 μ lang angibt. Leider konnte ich den Pilz nicht vergleichen, da meine Exemplare (Rabenh.-W.-P. Fungi europ., 3960, und Ell. u. Ev., F. Columb., 1035) teils falsch bestimmt, teils unbrauchbar sind.

N. rhodosticta (B. et Br.) Sacc. würde ebenfalls gut stimmen, nur sind die Sporen angeblich elliptisch und $26 = 8\ \mu$ groß (nicht 22 bis 23 μ lang wie in Sacc. Syll., II., p. 213 irrtümlich steht).

Daraus geht hervor, daß *Letendraea atrata* Penz. et Sacc. ein Pilz aus sehr naher Verwandtschaft mit *Neopeckia rhodomphala* (B.) und *N. rhodosticta* (B. u. Br.) ist. Diese beiden Arten werden von Berkeley selbst als nahe miteinander verwandt hingestellt.

Ich vermute, daß der javanische Pilz *Neopeckia rhodosticta* (B. u. Br.) ist. (S. diese Fragmente VII. Mitt.)

237. Diaporthe (Chorostate) libera n. sp.

Stromata zerstreut, aus der unveränderten Substanz des Nährsubstrates gebildet, niedergedrückt knollenförmig, schwarz, von einer derben, 40 bis 50 μ breiten, in das Holz eindringenden

Saumlinie umschlossen, zuletzt nach Abwurf der Rinde oben frei. Ostiola warzenförmig. Perithecien unregelmäßig rundlich, 450 bis 500 μ groß, oben mit nicht vorragendem Hals, zu 3 bis 5 in jedem Stroma, in der inneren Rinde sitzend. Asci keulig-spindelförmig, ungestielt, zartwandig, achtsporig, 45 bis 50 ≃ 6 bis 7 μ. Sporen zweireihig, spindelförmig, an den Enden stumpflich, ohne Anhängsel, vierzellig, mit 4 kubischen Öltropfen, 9 bis 10 ≃ 2 bis 3 μ. Paraphysen fehlend.

An einem morschen Ast, Tjibodas, Java.

Ähnliche Arten sind *D. italica* D. S., *D. caryigena* E. et Ev. und *D. Woolworthii* (Peck). Die Stromata sind zur Hälfte in das Holz eingesenkt und wird der in der Rinde befindliche Teil zuletzt ganz frei, in Form von schwarzen, matten, polsterförmigen Höckern dem Holze aufsitzend.

238. Hypoxylon bogoriense n. sp.

Stroma dünn, weit ausgebreitet, meist (bis über 20 *cm*) lange, bis einige Zentimeter breite, anfänglich violettbraune (C. C. Nr. 60[1]), später dunkler (C. C. Nr. 64, 65) werdende Streifen bildend. Berandung scharf oder allmählich verlaufend. Perithecien dicht gedrängt, prismatisch, 600 bis 700 μ hoch, 260 μ breit. Scheitel der randständigen Perithecien stets, seltener auch der mittelständigen flachkonvex vorragend. Mittelständige Perithecien meist oben eine im Alter grauliche 200 μ breite Scheibe, in deren Mitte die flache 100 μ breite Mündungspapille sitzt, zeigend, daher Stromata oben flach, nicht höckerig. Scheibe schließlich durch die austretenden Sporen mattschwarz. Asci zylindrisch, zahlreich, 65 = 3 μ. Sporen zu 8, locker einreihig, länglich-stäbchenförmig, gerade oder kaum gekrümmt, an den Enden abgerundet, durchscheinend blaß braunviolett, 5½ bis 6 ≃ 1·8 bis 2 μ. Stroma innen brüchig, kohlig.

An morschen Stämmen von *Albizzia moluccana* im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Nach Nitschke's Einteilung der Gattung *Hypoxylon* würde die Art zur Sektion II, *Epixylon*, gehören, da die gut entwickelten Perithecien in der Stromamitte eine deutliche, wenn auch nur

[1] Klinksieck et Valette, Code des Couleurs, 1908.

sehr flache Mündungspapille besitzen; an den randständigen, offenbar nicht typischen Perithecien ist davon kaum etwas zu sehen.

Nach Cooke's Einteilung (Grevillea, XI., p. 145) gehört die Art zu *Placoxylon*.

Die Art ist durch die Kleinheit der Sporen und den scheibenförmig abgeflachten Perithecienscheitel ausgezeichnet. Diese Mündungsscheibe ist hier zwar, entsprechend der geringen Breite der Perithecien, nur 200 μ breit, auch oft nur schwach ausgeprägt und daher nicht immer leicht zu sehen, indessen an gut entwickelten Perithecien aus der Mitte der Stromata vor dem Austritte der Sporen immer gut zu konstatieren. Die austretenden Sporen lagern sich auf der Scheibe in Form eines 200 bis 250 μ breiten, schwarzen, matten, rundlichen Fleckes ab, wo dann weder Scheibe noch Mündungspapille mehr deutlich sind.

Die randständigen Perithecien weichen hier, wie bei den meisten weit ausgebreiteten *Hypoxylon*-Arten in der Form weit von den typischen mittelständigen ab. Sie sollten bei den Beschreibungen als untypisch vernachlässigt werden.

Perithecien mit berandeten Discusscheiben haben: *H. discophorum* P. et Sacc., *microcarpum* Penz. et Sacc., *marginatum* (Schw.) Berk., *annulatum* (Schw.) Mont., *chalybaeum* B. et Br., *polyspermum* Mont., *Michelianum* Ces. et de Not. *subeffusum* Speg., *Archeri* Berk., *effusum* Nit. Dieselben haben alle größere Sporen und einen auffallenderen Discus.

Kleinsporige *Hypoxylon*-Arten sind: *H. Puiggari* Speg., *stigmoideum* Ces., *ohiense* E. et Ev., *platystomum* E. et Ev. und andere.

Hypoxylon bogoriense ist zweifellos mit *H. platystomum* E. et Ev. (North. American Pyren., 1892, p. 649) nahe verwandt, scheint mir aber doch verschieden.

239. Über Hypoxylon gigaspermum P. Henn.

Diesen 1898 von M. Fleischer bei Tjibodas an Stämmen gefundenen Pilz traf ich auch 1908 am gleichen Standorte an. Er wurde in der Monsunia, I., p. 70, beschrieben. Seiner ganzen Beschaffenheit nach ist es kein *Hypoxylon* sondern eine

Ustulina. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß *Hypoxylon macrospermum* Mont. (Ann. des scienc. nat., p. 351, Taf. X, Fig. 6) derselbe Pilz ist.

Dieser ist aber eine *Ustulina* und von Saccardo Syll., I., p. 351, mit Recht in diese Gattung gestellt worden.

Die Stromata sind sehr verschieden groß, dick polsterförmig, unten mit eingezogener, verschmälerter Basis sitzend. Die größten (4 bis 5 *cm*) stehen einzeln, die kleineren (1 bis 2 *cm*) sind meist in Reihen oder Gruppen mit einander verschmolzen, mit scharfen Trennungsfurchen. Sie sind meist oben stumpf kegelig, runzelig rauh, an den steil abfallenden Seiten mit senkrechten Furchen und Falten. Die kleinsten kugelig-eiförmigen Stromata sind nur 3 *mm* breit und hoch und enthalten nur ein Perithecium, die größeren deren zahlreiche. Die Dicke der Stromata wechselt von 0·8 bis 2 *cm*. Die Kruste ist hartkohlig, brüchig und 0·5 *mm* dick, außen schließlich schwarz, rauh und von den halbkugeligen Perithecienmündungen, die 1 bis 3 *mm* weit von einander abstehen, warzig punktiert. Die Perithecien sind dickwandig, weich- bis hartkohlig, kugelig oder meist eiförmig bis elliptisch, 4 = 2 bis 3 *mm*, also sehr groß. Das Binnengewebe ist anfänglich weißlich, im Alter schwärzlich, sehr weich, zerfallend, faserig.

Die Sporen sind 52 bis 72 = 16 bis 22 (meist 60 = 16 bis 18) μ groß, meist undurchsichtig schwarz, zylindrisch, nach beiden Enden verschmälert, beidendig abgerundet, meist einseitig etwas abgeflacht, gerade oder wenig gekrümmt.

Hennings' Beschreibung stimmt hiermit ganz gut, nur gibt er die Sporen 40 bis 50 μ lang an. Der Pilz kommt auch in Guyana vor, dürfte also in den Tropen verbreitet sein.

240. Über Ustulina zonata Lév.

Diesen bisher nur aus Java, und zwar schon lange (Zollinger vor 1849) bekannten Pilz fand ich bei Buitenzorg jung an einem morschen Palmenstamm und bei Tjibodas an einem verfaulten liegenden Stamm.

Penzig und Saccardo (Diagn. f. nov. in Ins. Java coll., Malpighia, XI, p. 5 d. Sep.) geben die Sporen »elliptico-fusoidea,

curvula, utrinque obtusula, atro-fuliginea, 33 bis 36 = 10 bis 12 μ« an.

Bei meinem Pilze sind die Sporen länger und schmäler (45 bis 48 = 8 bis 8½ μ), länglich-spindelförmig, gerade oder kaum gekrümmt, auf einer Seite etwas abgeflacht, nach beiden stumpflichen Enden allmählich verschmälert. Da mein Pilz äußerlich mit der Léveiller'schen Beschreibung gut übereinstimmt und die Sporenformen und -maße bei den Xylarieen einigermaßen variieren, nehme ich an, daß es sich um Formen einer und derselben Art handelt.

Mein Pilz ist dadurch interessant, daß er in zwei voneinander ganz verschiedenen Formen auftritt, deren Zusammengehörigkeit nicht ohneweiters ersichtlich ist. Ich fand jedoch beide an demselben Stamm untermischt, beide haben genau die gleiche Spore und zeigen mehrere gemeinschaftliche äußere Eigenschaften, so daß die Zusammengehörigkeit für mich evident ist.

Die typische Form, die man ohneweiters als *Ustulina zonata* erkennt, bildet unregelmäßig rundliche oder längliche, oft lappige, oben mit flachen Höckern versehene, einen bis mehrere Zentimeter breite Stromata, die um die Höcker und besonders gegen den Rand hin deutlich gezont sind; man sieht wellige, konzentrische Linien und flache Furchen. Der Pilz ist in der Mitte 3 bis 4 *mm* dick und wird gegen den Rand dünner (2 *mm*). Nur in der Mitte ist er am Substrat angewachsen, der äußere deutlich und besonders an der Unterseite auffallend gefurcht-gezonte Teil ist ganz frei und an das Substrat nur locker angedrückt. Die Perithecien sind gut nur im mittleren Teil des Stromas entwickelt. Sie stehen locker, haben eine breite, flache Basis und sind nach oben hin bauchig-konisch, bis etwa 1 *mm* breit und hoch. Die stark gezonte Randpartie ist steril. Die Kruste ist dick, hart, brüchig und zeigt etwa 1 *mm* weit voneinander abstehende halbkugelige Mündungspapillen. Außen ist der Pilz schwarz mit Stich ins Rotviolette und meist deutlich dunkel kupferrot glänzend.

Die zweite Stromaart zeigt 2 bis 10 *mm* breite und 1 bis 2 *mm* hohe tafelförmige Schollen von sehr verschiedener Form, die einzeln stehen oder zu größeren Massen verschmelzen.

Hier fehlt die sterile gezonte Randpartie vollständig, die einzelnen Schollen sind daher seitlich senkrecht abgeschnitten. Die Kruste bildet nur oben am Rande der Schollen einen schmalen wenig vortretenden Wulst; die unter diesem befindliche Partie ist senkrecht gestreift und manchmal auch mit Querlinien versehen. Von oben gesehen sieht der Pilz je nach der Form der Schollen sehr verschieden aus, manchmal fast gehirnartig. Farbe, Sporen, Konsistenz usw. sind dieselben wie bei der Normalform.

Übergänge zwischen beiden Formen kommen vor, doch in einer nicht sehr in die Augen springenden Weise.

Bei dieser zweiten Form, die keineswegs mehr als *Ustulina* angesprochen werden kann, sondern ein Hypoxylon darstellt, kommt auch das Conidienstadium des Pilzes vor.

Dasselbe sieht wie eine zwergige *Thelephora* aus und tritt an den Stromaten bald oben, unten oder seitlich auf. Es macht den Eindruck eines Schmarotzers und kann als *Graphium* aufgefaßt werden. Die Synnemata sind brüchig, unten dunkel rotbraun, nach obenhin braunviolett und an der stumpfen Spitze rötlichweiß werdend. Sie sind knorrig rauh, verbogen, einfach oder wenig unten oder oben verzweigt, bis 3 *mm* lang und 200 bis 300 μ breit. Sie stehen einzeln oder meist büschelig bis rasig und bestehen aus zahlreichen etwa 3 bis 4 μ breiten, unregelmäßig miteinander verwachsenen Hyphen. An der Spitze sind die Hyphen parallel, hyalin und bilden ein kleines, 200 bis 300 μ breites aus hyalinen, elliptischen, 5 bis 6 = 3 μ großen Conidien bestehendes weißes Köpfchen. Die sporentragenden Hyphenenden sind einfach, lang und dünn, *Sterigma*-artig zugespitzt und tragen die nicht in Ketten stehenden Conidien an der Spitze.

Während *Ustulina vulgaris* ein ausgebreitetes resupinates Conidienstroma besitzt, ist dieses hier *Graphium*-artig, so wie *Hypoxylon variolosum* (Bull.) im Gegensatze zu den anderen *Hypoxylon*-Arten ein *Isaria*-artiges *(I. umbrina)* Conidienstadium hat.

Junge, ganz unreife Exemplare von *Ustulina zonata* sind oben hell aschgrau und am schön gezonten Rande weißlich. Sie sehen ganz anders aus.

Das beschriebene Conidienstadium ist offenbar dieselbe Form, welche Patouillard (Bull. societ. mycol. France 1902, XVIII, p. 186) als *Stilbum Ustulinae* beschrieben hat. Die Beschreibung stimmt sehr gut, nur spricht der Autor von einem harten, fragilen, karminroten Stroma, das die Perithecien und Hohlräume der *Ustulina* ausfüllen soll.

Auch meine Exemplare zeigen an der Basis der Synnemata manchmal rötliche, rundliche Anschwellungen, welche aber fest mit der Stromasubstanz der *Ustulina* verwachsen sind. Größere derartige Bildungen konnte ich jedoch nicht wahrnehmen. Bei der sonstigen in die Augen springenden vollkommenen Übereinstimmung der beiden Formen halte ich diese Angaben für unrichtig. Daher ist mir auch fraglich, ob die Patouillard'sche Form, wie angegeben ist, auf *Ustulina vulgaris* auftrat, um so mehr als meine Exemplare der *U. zonata* der *U. vulgaris* zum Teile täuschend ähnlich und sicher nur durch den direkten Vergleich als davon verschieden zu erkennen sind. Ebenso finde ich, daß das Gewebe der Synnemata kontinuierlich in das der *Ustulina* übergeht, kann daher das *Graphium* nicht als Schmarotzer betrachten.

241. Über Sphaeria Tunae Sprengel.

Diese Art wurde 1820 von Sprengel in Vett. Akad. Handl., p. 49 aufgestellt. Starbäck stellte in Bot. Notis. 1893, p. 30 für dieselbe die Gattung *Diplotheca* auf. Später (Bih. t. svensk. V. Ak. Handl. 1894, Bd. 19, Abt. III, p. 7) stellte sie derselbe in die Gattung *Saccardia* Cooke (Grevillea 1878, VII, p. 49) und gab eine genauere Beschreibung derselben, die aber unvollständig ist. Ich habe den Pilz nur auf Grund unvollkommen entwickelter Exemplare kennen gelernt und gefunden, daß es jedenfalls keine *Saccardia* ist. Die bisher als Perithecien beschriebenen Fruchtkörper sind sklerotienähnliche Stromata, in welchen die Asci, wie es scheint, einzeln in Loculi stehen. Der Pilz ist offenbar eine hervorbrechende *Pseudosphaeriacee* und muß, da er keine *Saccardia* ist, als *Diplotheca* Starbäck in die genannte Familie gestellt werden.

242. Tryblidaria roseo-atra n. sp.

Ascomata hervorbrechend, zuletzt oberflächlich mit schmaler Basis aufsitzend, anfangs matt schwarz, später die Scheibe fleischfarben-rosa, unten höckrig rauh, oben flach konvex, uneben, $^1/_2$ bis 1 *mm* breit, häufig zu mehreren völlig verschmelzend und bis 5 *mm* breite, krustenartige Massen bildend, meist gehäuft auftretend, unregelmäßig rundlich, Rand scharf, schwarz, später rosa. Epithecium zweischichtig. Obere Schichte bis 20 μ dick, schwarzbraun, kleinzellig, untere Schichte 30 μ dick, aus senkrechten Reihen sehr kleiner hyaliner Zellen bestehend. Hymenialschichte 80 bis 90 μ dick. Hypothecium 360 bis 400 μ dick. Gewebe innen blaß rosa, verbleichend, aus ölreichen zartwandigen kleinen Parenchymzellen bestehend, seitlich in parallele, senkrecht zur Oberfläche gerichtete Reihen von größeren Zellen übergehend. Außenschichte schwarzbraun, 15 bis 30 μ dick, zellig. Asci keulig, nicht gestielt, mäßig derbwandig, oben abgerundet, achtsporig, 84 bis 93 ≃ 18 bis 24 μ. Sporen zweireihig, hyalin, zartwandig, gerade oder meist gebogen, sehr verschieden gestaltet, meist länglich spindelförmig, an den Enden stumpflich oder abgerundet, mit 5 bis 7 Quer- und einer unterbrochenen Längswand, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 26 bis 31 ≃ 8 bis 9 μ. Paraphysen vorhanden, undeutlich fädig, mit dem Epithecium verwachsen. Jod gibt keine Blaufärbung, zeigt Glykogen in den Asci an.

An den unteren Teilen der Halme und Blattscheiden von *Saccharum Soltwedelii* in Buitenzorg, Java, leg. M. Raciborsky, 1900. Eine interessante Form, die als ganz typische *Tryblidaria* gelten kann. Der innere Bau ist, wie der Vergleich zeigte, ganz so, wie bei *Tryblidium*, *Tryblidiopsis* und *Pseudographis*. Die beiden ersten Gattungen bilden jetzt die Familie der Tryblidiaceen, während bei Rehm *Pseudographis* mit *Dothiora* bei den Pseudophacidieen stehen. *Dothiora* ist aber eine Dothideacee, deren Gehäusedecke abbröckelt und verschwindet. Die Tryblidiaceen sind eigentlich Pseudophacidiaceen, welche ganz hervorbrechen und schließlich aufsitzen. Im inneren Bau zeigen sie keinen Unterschied. Daher sollten die Tryblidiaceen neben die Pseudophacidiaceen gestellt werden. Alle genannten Pilze

zeigen nahe Beziehungen zu den Dothideaceen. Es sind keine typischen Discomyceten. Ihr Hymenium ist mit der Decke verwachsen, welche ein Epithecium vortäuscht. Die Freilegung des Hymeniums geschieht dadurch, daß sich die Decke von demselben ablöst. Es findet also keine Öffnung des Pilzes wie bei den typischen Discomyceten statt. Sie bilden einen Übergang zu den Dothideaceen.

243. Über **Arthothelium Flotowianum** Körber.

Die Untersuchung des Exemplares in Rehm, Ascomyceten Nr. 1441 zeigte mir, daß dieser Pilz kein Discomycet ist, sondern eine ganz zweifellose *Dothideacee*. Schon Rehm ist die abweichende Beschaffenheit desselben aufgefallen, er sagt jedoch, daß er doch nicht zu den Pyrenomyceten oder Dothideaceen gehört (Hysteriac. und Discomycet., p. 443). An Querschnitten sieht man aber, daß wenigstens stellenweise getrennte Loculi oder Perithecien vorhanden sind, die sich häufig sogar vorwölben und die Oberfläche der Stromata oft ganz regelmäßig höckerig machen. Die Hauptsache ist aber, daß jeder Höcker einen Porus zeigt, da jedes Perithecium seine eigene Mündung besitzt. Die Loculi oder Perithecien können allerdings auch mehr weniger miteinander verschmelzen, was aber bei Dothideaceen sehr häufig vorkommt.

Da eigene scharf begrenzte Peritheciummembranen nicht vorhanden sind, wird der Pilz als *Dothideacee* zu betrachten sein und da kommen nur die Gattungen *Curreya* und *Dothiora* in Erwägung. Da Paraphysen, wenn auch nicht sehr ausgesprochen, zweifellos vorhanden sind und die Sporen zuletzt blaß bräunlich werden, so ist der Pilz als eine *Curreya* zu bezeichnen. Da das Braunwerden der Sporen vielleicht nicht immer und erst spät eintritt, so dürfte er am besten in die Sektion *Curreyella* Sacc. Syll. XI, p. 379 eingereiht werden und hat daher *Curreya (Curreyella) Flotowiana* (Körb.) v. H. zu heißen.

Als *Arthothelium* ist der Pilz bei genauerer Untersuchung ganz unauffindbar. Daß *Dothiora* kein Discomycet ist, sondern eine *Dothideacee*, habe ich in diesen Fragmenten 1906, Nr. 76, nachgewiesen.

244. Revision der Myriangiaceen und der Gattung Saccardia.

Schon aus sehr zerstreuten Bemerkungen von Hennings, Raciborsky, Rehm und Starbäck geht hervor, daß die Myriangiaceen in dem jetzigen Umfange Pilze aus verschiedenen Abteilungen der Ascomyceten enthalten.

Zu den Myriangiaceen wurden bisher 23 Gattungen gestellt. Von diesen fallen, wie teils schon bekannt ist, teils meine Untersuchungen der Gattungstypen ergaben, 5 weg, da *Phymatosphaeria* Pass. 1875 = *Pyrenotheca* Patouillard 1886 = *Myriangium* Mont. et Berk. 1845 ist, ferner *Microphyma* Spegazzini 1889 = *Phillipsiella* Cooke 1878, dann *Ascomycetella* Peck 1881 = *Cookella* Saccardo 1878 und *Myriangiopsis* P. Hennings 1902 = *Ascomycetella* Saccardo 1889 ist, so daß noch 18 bleiben.

Von diesen sind nur 5 echte Myriangiaceengattungen, wie die Untersuchung der Typen ergab. Alle anderen gehören nicht hierher.

Cookella, Leptophyma, Ascosorus und *Ascomycetella* Sacc. non Peck bilden die Gymnoascineenfamilie der Cookellaceen. *Phillipsiella* und *Protasia* bilden die Discomycetenfamilie der Phillipsielleen.

Molleriella und *Henningsiella* gehören zu den Agyrieen (Discomyceten).

Harknesiella ist eine *Coryne*.

Myriangiella dürfte eine *Micropeltis* sein.

Myriangina gehört zu den Elsinoëen (Plektascineen).

Guilliermondia bildet eine eigene Familie.

Trichophyma ist eine Flechte.

Es bleiben sohin als echte Myriangiaceen nur die Gattungen *Myriangium, Eurytheca, Ulcomyces, Kusanoa* und *Anhellia* übrig.

Diese Angaben beziehen sich nur auf die Typen der Gattungen, von welchen ich alle bis auf *Eurytheca, Protasia* und *Myriangella* untersuchen konnte.

Später wurden in vielen der genannten Gattungen von verschiedenen Autoren Arten eingereiht, die nicht dazu

gehören. Die 23 Typen der bisherigen Myriangiaceengattungen sind folgende:

Myriangium Duriaei Mont. et Berk., London Journ. of Bot., 1845, p. 72, et Flor. Alger., I, p. 241.

Phymatosphaeria abyssinica Pass., Nuovo giorn. Bot. ital., 1875, VII, p. 188.

Phillipsiella atra Cke., Grevillea, 1878, VII, p. 48.

Cookella microscopica Sacc., Michelia, 1878, I, p. 407.

Eurytheca monspeliensis de Seynes, Bull. soc. bot. Fr. 1878, XXV, p. 88.

Ascomycetella quercina Peck, Bull. Torr. B. Cl., 1881, VIII, p. 50.

Molleriella mirabilis Wint., Hedw., 1886, XXV, p. 102.

Pyrenotheca yunanensis Pat., Bull. soc. Bot., 1886, 33. Bd., p. 155.

Microphyma Puiggari Speg., Fung. Puigg., 1889, p. 173.

Leptophyma aurantiacum (E. et M.), Sacc. Syll. Fung. VIII, p. 844 (1889).

Harknessiella purpurea (Ph. et Harkn.), Sacc. Syll. Fung., VIII, p. 845 (1889).

Ascomycetella sulphurea Wint.-Sacc. Syll. Fung., VIII, p. 846 (1889).

Ulcomyces parasiticus P. Henn., Hedw., 1895, 34. Bd., p. 107.

Hemingsiella quitensis (Pat.) Rehm., Hedw., 1895, 34. Bd., p. 160.

Ascosorus floridanus (E. et Mart.) H. et Ruhl., Engl. bot. Jahrb., 28. Bd., p. 276 (1900).

Anhellia tristis Rac., Parasit. Alg. u. Pilze Javas, II, p. 10 (1900).

Protasia Rac. Parasit. Alg. u. Pilze Javas, III, p. 42 (1900).

Kusanoa japonica P. Henn. et Shir., Engler's bot. Jahrb., 28. Bd., p. 275 (1901).

Myriangiopsis sulphurea (Wint.) P. H. Hedw., 1902, 41. Bd., p. (55).

Myriangiella orbicularis Zimm., Zentralbl. für Bact. und Parasitk., 1902, VIII, p. 183.

Myriangina mirabilis (P. Henn.) Hedw., 1902, 41. Bd., p. (55).

Guilliermondia saccoboloides Boud., Bull. soc. mycol. Fr., 1904, p. 19.

Trichophyma Bunchosiae Rehm., Hedw., 1905, 44. Bd., p. 7.

Im Folgenden gehe ich nun auf die einzelnen, nach ihrer Verwandtschaft gegliederten Formen des nähern ein.

1. Myriangiaceae.

Die echten Myriangiaceen haben ein oberflächliches oder hervorbrechendes Stroma, das ganz oder großenteils aus offenem (nicht zusammengepreßtem) Pseudoparenchym, welches kohlig oder lebhaft gefärbt, aber nie fleischig ist, besteht, in welchem nicht peritheciumartig begrenzte Hohlräume (Loculi), die stets nur einen Ascus enthalten, vorhanden sind.

Hierher sind zu rechnen die Gattungen *Myriangium* (= *Pyrenotheca* = *Phymatosphaeria*), *Eurytheca* de Seynes, *Anhellia* Rac., *Uleomyces* P. Henn. und *Kusanoa* P. Henn.

Die Unterscheidung dieser Gattungen würde nach folgendem Schema geschehen können:

1. Stroma mehr minder kohlig, schwarz.

a) Sporen nur mit Querwänden: *Eurytheca.*

b) Sporen dyktiospor, hyalin: *Myriangium.*

2. Stroma nicht kohlig, rot oder braun.

a) Sporen nur mit Querwänden, hyalin, später gefärbt: *Kusanoa.*

b) Sporen dyktiospor, hyalin, später gefärbt.

α) Asci nur in einer Schichte unter der Oberfläche: *Anhellia.*

β) Asci tieferliegend, unregelmäßig verteilt: *Uleomyces.*

Die echten Myriangiaceen scheinen mir mit den Pseudosphaeriaceen und Dothideaceen eine natürliche Gruppe zu bilden, die man als Dothideales im erweiterten Sinne bezeichnen könnte.

Dothideales sensu amplific.

Stroma meist kohlig, mit ein- bis mehrschläuchigen Loculi, ohne deutliche Perithecien.

1. Pseudosphaeriaceen v. H.

Stroma klein, perithecienähnlich, eingewachsen oder hervorbrechend, außen kohlig, innen hellfärbig, mit wenigen Loculi, die je einen Ascus enthalten.

Hierher gehören bis nun die in diesen Fragmenten, 1907, Nr. 163, angeführten Genera und wahrscheinlich auch *Diplotheca* Starb.

2. Myriangiaceen.

Stroma oberflächlich oder hervorbrechend, kohlig oder lebhaft gefärbt, nicht peritheciumähnlich, außen und innen von gleicher Beschaffenheit, mit zahlreichen einascigen Loculi. Gattungen wie oben angegeben.

3. Dothideaceen.

Stromata stets kohlig. Loculi mehrascig.

Die Dothideales in diesem Sinne zeigen durch die Dothideaceen und Pseudosphaeriaceen Beziehungen zu den Sphaeriaceen, durch die Myriangiaceen solche zu den Plektascineen und durch die Dothideaceen solche zu den Phacidieen, in welche sie allmählich übergehen (siehe diese Fragmente, 1906, Nr. 76).

Eurytheca monspeliensis de Seynes (Bullet. soc. bot., 1878, p. 87). Von dieser unvollständig beschriebenen Pflanze existiert kein Originalexemplar. Die Sporenfarbe ist unbekannt. Wahrscheinlich waren die Sporen hyalin. Die Sporen sind nur mit 3 bis 4 Quersepten versehen. Die breitelliptischen Asci ($55 \simeq 40\ \mu$) stehen nur in einer Schichte. Der Pilz scheint hervorzubrechen, ist schmal und 1 bis 2 *mm* lang, schwarz. Das Gewebe scheint nach de Seynes Angaben dem von Myriangium ähnlich zu sein. Der Pilz muß daher bis auf weiteres zu den echten Myriangiaceen gestellt werden.

Pyrenotheca yunnanensis Pat. (Bullet. soc. Botan., 1886, p. 155) und *Phymatosphaeria abyssinica* Passerini (Nuovo giornale botan. ital., 1875, VII, p. 188) sind, wie bereits bekannt, synonym mit *Myriangium Duriaei* Mont. et Berk. (siehe Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 97).

Ascomycetella purpurascens Rehm. (Hedwigia, 1901, p. 169) = *Myriangium (Ulcomyces) purpurascens* (Rehm.) P. Henn. (Hedwigia, 1902, p. (56) hat nach dem Originalexemplar ein aus braunroten, in senkrechten parallelen Reihen stehenden, etwa 4 μ großen, offenen Zellen bestehendes Stroma, in welchem die Asci in zwei Schichten eingelagert sind. Die Asci sind oben

dickwandig, eiförmig, bis 36 = 24 μ groß. Sie haben unten einen warzenförmigen Stiel. Die hyalinen Sporen sind mit 3 Querwänden und häufig mit einer unterbrochenen Längswand versehen und bis 20 = 10 μ groß.

Der Pilz ist daher eine echte Myriangiacee und muß zu *Ulcomyces* gestellt werden. Die Art steht dem *Myriangium Pritzelianum* sehr nahe, welche aber ein dunkelbraunes Stroma und kleinere Sporen hat.

Kusanoa japonica P. Henn. et Shir. (Engler's bot. Jahrb., 1901, 28. Bd., p. 275) wurde von Hennings später (Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. (56)) zu *Ulcomyces* gestellt, da er in einzelnen Sporen eine Längswand fand.

Kusanoa ist nach dem Originalexemplar sowohl nach dem Baue des Stromas als dem der Sporen eine gute Gattung.

Fig. 18. *Kusanoa japonica* P. Henn.
Medianschnitt durch das Stroma (55/1); ein Ascus (420/1), zwei Sporen (570/1).

Die 1 bis 1·5 *mm* breiten, linsenförmigen, mit verschmälerter Basis oberflächlich angewachsenen Stromata bestehen aus drei Schichten und sind dunkelzinnoberrot gefärbt. Unten ist eine zirka 80 μ dicke, aus offenen polyedrischen roten Zellen bestehende Basalschichte. In der Mitte eine aus weichen, lichter gefärbten bis fast hyalinen Zellen aufgebaute plektenchymatische Schichte, in der einzelne größere offene Zellen zerstreut auftreten. In dieser Schichte stehen in 2 bis 3 Lagen die eiförmigen, oben dickwandigen, unten mit einem warzenförmigen Vorsprung versehenen, achtsporigen, 36 bis 48 = 28 bis 32 μ großen Asci. Die Sporen sind stets nur mit drei Querwänden versehen, in der Mitte kaum eingeschnürt, mit ungleichgroßen Hälften, 20 bis 24 = 8 bis 10 μ. Die Deckschichte des Stromas besteht aus dunkelroten, offenen Parenchymzellen, die später körnig zerfallen.

Sporen mit einer Längswand habe ich trotz Suchens nicht gesehen. Die Sporen sind anfänglich hyalin, werden aber

schließlich schmutzigrot. Dieselbe Erscheinung sieht man auch bei *Aulaxia* und *Ulcomyces*. Offenbar diffundiert der Stromafarbstoff in die Asci und färbt die Sporen. Auf diese Färbung ist bei lebhaft gefärbten Pilzen kein Gewicht zu legen.

Kusanoa kann als Verbindungsglied zwischen *Myriangiopsis* und *Ulcomyces*, was den Stromabau anlangt, angesehen werden.

Hennings spätere Angabe, daß *Kusanoa japonica* auch dyktiospor ist, rührt davon her, daß auf Eichenblättern in Japan noch ein echter, bisher noch unbeschriebener *Ulcomyces* vorkommt, welcher der *Kusanoa* täuschend ähnlich sieht und von Hennings damit verwechselt wurde.

Southworthia Floridana Ell. et Galw. ex Herbar Ellis, an Zweigen von Orangenbäumen in Florida, scheint bisher nicht beschrieben worden zu sein. Es ist nach dem Originalexemplar aus Rehms Herbar ein echtes *Myriangium*.

Myriangium floridanum (Ell. et Galw.) Rehm.

Stromata einzeln oder krustig-gehäuft, flachkugelig, schwarz, matt oder schwachglänzend, 500 bis 600 μ breit, kohlig, aus offenen, meist 8 bis 10 μ breiten Parenchymzellen gebildet, die oben eine zirka 30 μ dicke Decke und unten eine zirka 100 μ dicke, sterile Partie bilden. Asci unregelmäßig in mehreren Schichten gelagert, meist eikugelig, 36 bis 48 μ, dicht stehend, oft nur durch eine einfache Zellschichte getrennt, achtsporig, dünnwandig; Sporen hyalin, meist mit 7 Querwänden und einer unterbrochenen Längswand, in der Mitte oft etwas eingezogen, länglichkeulig, oft etwas gekrümmt, zarthäutig, beidendig abgerundet, meist 28 bis 32 = 9 bis 13 μ.

2. Cookellaceen.

Auf der Unterseite der Blätter von einigen nordamerikanischen Eichen kommen vier Pilzgattungen vor, welche trotz scheinbarer größerer Verschiedenheit voneinander, doch sicher eine natürliche Familie bilden, die im Bau sich an die Gymnoasceen anschließen, von diesen aber durch die weichfleischige Beschaffenheit abweichen und, was die Hauptsache ist, mit keiner Gymnoascee eine nähere Verwandtschaft zeigen.

Diese vier Gattungen besitzen flach scheibenförmige, ganz oberflächliche Fruchtkörper von weichfleischiger, fast gelatinöser Beschaffenheit, von heller, meist lebhafter Färbung[1]; das Gewebe ist meist ganz, nur bei *Myriangiopsis* zum Teil, plektenchymatisch faserig. In demselben entstehen, in einer Schichte oder unregelmäßig verteilt, die Asci, welche stets geteilte Sporen enthalten. Die vier Gattungen unterscheiden sich, wie folgt, voneinander.

A. Asci in einer Schichte. Gewebe faserig, plektenchymatisch, zwischen und über den Asci wenig (paraphysen- und epitheciumartig) entwickelt.

α) Gewebe zwischen und über den Asci stellenweise fehlend. Asci keulig. Sporen phragmospor, hyalin:

1. *Ascosorus floridanus* (E. et M.) P. H. et R.

β) Gewebe zwischen und über den Asci reichlicher. Asci kürzer. Sporen zweizellig, hyalin (*Articulariella* als Nebenfruchtform).

2. *Leptophyma aurantiacum* (E. et M.) Sacc.

B. Asci in mehreren Schichten. Gewebe zwischen und über den Asci sehr reichlich entwickelt.

α) Gewebe faserig-plektenchymatisch. Sporen gefärbt, dyktiospor (*Articularia* als Conidienform).

3. *Cookella microscopica* Sacc.

β) Gewebe unter den Asci kleinzellig-parenchymatisch, zwischen und über den Asci meist mehr minder faserig-plektenchymatisch. Sporen hyalin, dyktiospor.

4. *Ascomycetella sulphurea* (Wint.) Sacc.

Diese vier Pilze gehören meiner Ansicht nach phylogenetisch zusammen. Ich betrachte sie daher als eine natürliche Gruppe. Wollte man sie trennen, so könnte man *Ascosorus* und *Leptophyma* zu den Discomyceten, *Cookella* zu den Gymnoasceen und *Ascomycetella* als Anfangsglied zu den Myriangiaceen stellen. Praktisch wäre dies vielleicht vorteilhaft, wissenschaftlich hingegen scheint es mir richtiger, sie in eine

[1] *Cookella* = *Ascomycetella* Peck erscheint makroskopisch schwarz, das Gewebe ist jedoch weiß, hyalin, die schwarze Farbe rührt nur von den dunklen, reichlich ausgeworfenen Sporen her.

Gruppe zusammenzufassen, da sie gewiß einem Zweige des Stammbaumes angehören. Es ist gewiß kein Zufall, daß alle vier nur im südlichen Nordamerika auf der Unterseite von Eichenblättern vorkommen[1]. Ferner ist wichtig, daß sie, von *Ascomycetella* abgesehen, die augenscheinlich nahe mit *Ulcomyces* verwandt ist, bei den Discomyceten und Gymnoasceen keinen näheren Anschluß finden.

Ascosorus floridanus (E. et Mart.) P. Henn. wurde schon von Starbäck (Bihang Kon. svenska Vet. Ak. handling., 25. Bd., III. Abt., Nr. 1, p. 4) als von den Myriangiaceen verschieden gebaut erkannt. Hennings hält den Pilz (Engler's bot. Jahrb., 28. Bd., p. 276) als eine neue Ascocorticieengattung und gab später (Hedwigia, 1901, p. 354) eine Querschnittzeichnung des Pilzes. Diese ist aber insofern falsch, als sie keine Spur von Paraphysen und dem Epithecium zeigt, während in der Tat zwischen den Asci meist paraphysenartige Hyphen vorkommen, die stellenweise auch ein lockeres Epithecium bilden. Vergleicht man Querschnitte von *Ascosorus* und *Leptophyma* miteinander, so erkennt man ohne weiters die nahe Verwandtschaft miteinander. Bei *Leptophyma* ist einfach das faserige Gewebe zwischen und über den Asci stärker entwickelt. Da nun *Leptophyma* der *Ascomycetella quercina,* wie schon auseinandergesetzt, sicher nahe steht, rechtfertigt sich die Zusammenstellung der drei Gattungen. Mit den Ascocorticieen hat *Ascosorus* gar nichts zu tun. Diese haben nach Brefeld (Mykol. Unters. Heft IX, p. 145) weit ausgebreitete Fruchtkörper, breitsitzende Asci ohne Paraphysen und einzellige Sporen. Es sind überdies Saprophythen. Wollte man *Ascosorus* damit vereinigen, so würde man die klare und scharfe Charakteristik der Ascocorticieen völlig verwischen.

Was die Benennung des Pilzes anlangt, so ist zu bemerken, daß es zwei Gattungen *Ascomycetella* gibt. Die ältere wurde 1881 von Peck mit der Art *A. quercina* Peck aufgestellt. Diese Art ist aber (wenigstens generisch) identisch mit *Cookella micro-*

[1] *Cookella microscopica* Sacc., in der Ascusform von *Cookella quercina* (Peck) nicht verschieden, wurde ein einziges Mal in Venetien von Saccardo auf Eichenblättern gefunden.

scopica Sacc. 1878. Die Gattung *Ascomycetella* Peck ist daher hinfällig. Später (1884) haben Ellis und Martin einen Pilz als *Ascomycetella floridana* bezeichnet, weil sie irrtümlicher Weise der Meinung waren, daß er in die Gattung *Ascomycetella* gehört. *Ascomycetella floridana* kann daher nicht als Gattungstypus betrachtet werden, da die Kombination nur auf einem Irrtum beruht und Ellis und Martin eine Gattung *Ascomycetella* gar nicht aufgestellt haben. Dies hat aber Saccardo 1889 getan (Syll. Fung., VIII, p. 846). *Ascomycetella* Sacc. wird durch hyaline oder blaßgefärbte, mauerförmig geteilte Sporen charakterisiert. Als Typus dieser Gattung muß *A. sulphurea* (Winter) Sacc. betrachtet werden, welche Saccardo zuerst anführt. In seiner Gattung führt nun Saccardo irrtümlicher Weise auch die nur mit quergeteilten Sporen versehene *A. floridana* Ell. et Martin auf. Diese Art kann nicht in der Gattung bleiben und muß einen neuen Gattungsnamen erhalten, nämlich den Namen *Ascosorus* P. Henn. et Ruhl. 1900.

Nach dem Gesagten fällt *Myriangiopsis* P. Henn. 1902 mit *Ascomycetella* Sacc. 1889 zusammen.

Leptophyma aurantiacum (E. et Mart.) Sacc. ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Winter's im kön. Museum in Berlin eine Plektascinee von ähnlichem Baue wie *Ascomycetella quercina* Peck, aber mit in einer oder nahezu einer Schichte stehenden Asci und hyalinen Sporen. Dementsprechend ist der weichfleischige Pilz dünner. Die nahe Verwandtschaft der beiden Gattungen wird sehr augenscheinlich auch dadurch bezeugt, daß *Leptophyma* eine der *Articularia*, dem Conidienstadium von *Ascomycetella quercina*, ganz ähnlich gebaute Nebenfruchtform besitzt, die ich *Articulariella* genannt habe. Bei letzterer sind die zylindrischen Conidien einzelnstehend und nicht zu tonnenförmigen Körpern verwachsen, wie bei *Articularia*.

Cookella microscopica Sacc. (Michelia 1878, I, p. 407) ist nach dem mir von Herrn P. A. Saccardo gütigst gesendeten Originalexemplar, an dem ich das letzte Stück des Pilzes noch entdecken konnte, von *Ascomycetella quercina* Peck (Bullet. Torrey Bot. Cl., 1881, VIII, p. 50) kaum verschieden, wie der Vergleich mikroskopischer Präparate zeigte.

An den Eichenblättern, die die *Cookella* trugen, fand ich auch Spuren einer *Articulariella;* wenn diese Beobachtung richtig ist, wird die *Cookella* von der *Ascomycetella quercina* trotz der völligen Gleichheit der Ascusfrucht doch spezifisch verschieden sein, da letzterer Pilz die *Articularia* als Nebenfruchtform besitzt.

Cookella 1878 ist also gleich *Ascomycetella* Peck 1881 und hat nomenklatorisch den Vorrang.

Ascomycetella quercina Peck (Bull. Torr. Bot. Club, 1881, VIII, p. 50) ist der Typus der Gattung. Nach dem Originalexemplar in Rabh.-Winter, F. europ., Nr. 3040, ist der Pilz eine Gymnoascee. Die meist fast kugeligen Asci liegen über- und nebeneinander unregelmäßig angeordnet in einem gallertigen ganz oberflächlichen, plektenchymatischen Hyphengewebe, das in der Jugend mit eigentümlichen Conidienträgern bedeckt ist und eine *Tuberculariee* darstellt (siehe den Aufsatz über *Articularia*, Nr. 271).

Die Asci reifen sehr ungleichzeitig. Die an der Basis liegenden sind ganz unreif, während die obersten schon ausgereift sind.

Als Dothideaceenstroma, wie Winter (Hedwigia, 1883 p. 67) meint, kann daher der Pilz nicht betrachtet werden.

Die Gattung *Ascomycetella* Peck könnte zu den Gymnoasceen gestellt werden, doch zeigen die bisherigen Gattungen dieser Familie keine nähere Verwandtschaft damit.

Myriangiopsis sulphurea (Winter) P. Henn. (Hedwigia, 1885, p. 23 und 1902, 41. Bd., p. [55]) ist nach dem Originalexemplar, leg. E. Kerber in Mexiko aus dem kön. Museum in Berlin, ein Pilz, der im Baue einen deutlichen Übergang von *Leptophyma* und *Cookella* zu *Uleomyces* (Myriangiaceen) bildet.

Das zitronengelbe Pilzgewebe ist zum Teile, insbesondere an der Basis, an Stellen, wo keine Asci sind, auch am ganzen Querschnitte, kleinzellig-parenchymatisch, im oberen Teile jedoch meist und zwischen den Asci stets mehr faserig-plektenchymatisch. Die Zellen sind klein, 3 bis 5 μ, unregelmäßig angeordnet. Der ganze Pilz ist feucht weichfleischig.

Er schließt sich an die zwei genannten Cookellaceengattungen als weiter entwickelte Form gut an, nähert sich aber den Myriangiaceen. Die Asci sind meist eiförmig und stehen in 1 bis 3 unregelmäßigen, unterbrochenen Schichten. Eine Nebenfruchtform ist nicht da.

Da *Myriangiopsis* P. Henn. 1902 = *Ascomycetella* Sacc. 1889 ist, muß Hennings' Gattungsname fallen.

3. Phillipsielleae.

Sind ganz oberflächliche, meist sehr kleine, unberandete, nicht typische, zu den Gymnoasceen neigende Discomyceten, die in einer Schichte liegende eiförmige bis kugelige Asci haben, die durch paraphysenartige, unregelmäßig verlaufende, dünne deutliche Hyphen voneinander getrennt sind, die oben mit vielen kurzen, dunklen Seitenzweigen versehen sind, welche ein lockeres, unterbrochenes Epithecium bilden. Das Hypothecium ist faserig und schwach entwickelt. Excipulum fehlt.

Charakteristisch ist das eigentümliche Epithecium. Die Pilze sehen von oben betrachtet wie mit schwarzen in Gruppen liegenden Körnchen bestreut aus.

Hierher gehören:

1. *Phillipsiella* Cooke 1878 = *Microphyma* Speg. 1889. Sporen hyalin, zweizellig; Pilz ohne Randborsten.

Typische Arten sind: *Ph. atra* Cook.; *Puiggari* (Speg.) v. H.; *graminicola* v. H.; *nigella* Phill. et Harkn.

2. *Protasia* Raciborsky (Parasit. Alg. u. Pilze Javas, III, p. 42). Ebenso, aber Pilz mit Randborsten.

Phillipsiella atra Cooke (Grevillea VII, 1878, p. 48) ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar P. A. Saccardo (Padua), das Exemplar im kön. Herbar in Berlin zeigt den Pilz nicht, aus Ravenel, Fungi Americani Nr. 327, eine typische *Microphyma* mit zweizelligen, länglichkeuligen, hyalinen, 9 bis 12 = 4 μ großen Sporen. Der kohlschwarze Pilz ist halbkugelig, dick, von oben gesehen etwas eckig, 200 μ breit. Die Asci sind kurz, sackförmig, nicht kugelig. Der Pilz steht sehr nahe der *Phillipsiella nigella* Phill. et Harkn., welche auf denselben Eichenblättern sitzt, die die *Leptophyma aurantiacum* tragen.

Ph. nigellum hat etwas größere, flachere, grauschwarze Fruchtkörper.

Protasia Rac. habe ich nicht gesehen. Nach dem Autor ist es eine *Microphyma* mit Randborsten.

4. Patellariceae.

Microphyma Bubákii Rehm in litt. ist nach dem Originalexemplar eine *Melaspilea*, offenbar eine kleine Form von *M. populina* (Crouan?) Rehm (Hedwigia 1903, p. [173]), oder dieser Art äußerst nahe stehend. Der Pilz ist fast kugelig und 150 bis 200 μ breit. Das Excipulum ist dünn, an der Basis etwas dicker und besteht aus kleinen braunen Parenchymzellen. Der Rand ist meist unregelmäßig zerrissen. Die Paraphysen sind oben verzweigt und bilden ein dünnes kleinzelliges braunes Epithecium. Asci wie bei *M. populina*. Sie werden durch Jod dunkelblau gefärbt. Die Sporen sind hyalin, länglich, kaum eingeschnürt, zweizellig, beidendig abgerundet, 12 bis 14 = 6 μ. Die obere Zelle ist meist etwas breiter und kürzer als die untere.

5. Arthonieen.

Myriangium Cinchonae Rehm (Ann. mycol., 1908, p. 325) ist nach dem Originalexemplar ein typisches *Arthothelium*. Die Asci stehen in einer Schichte und sind durch dicke Schichten zellig gegliederter Paraphysen, die oben ein mächtiges Epithecium bilden, getrennt. Rehm's Charakteristik und Figuren (Hyst. u. Discomycet., p. 419) passen vollkommen auf den Pilz.

6. Bulgariaceen.

Phillipsiella purpurea Phill. et Harkn. (Fung. of Californ. p. 3) = *Harknessiella purpurea* (Ph. et H.) Sacc. Syll. VIII, p. 845.

Die Originalexemplare in Rabenh.-Winter, F. europ. Nr. 3270, zeigen meist nur einen typischen einfachen Pyrenomyceten mit 60 μ breitem, runden Ostiolum, 330 μ breiten, niedergedrückt kugeligen, schwarzbraunen Perithecien mit vielschichtiger, 50 μ dicker Wandung. Diese ist ziemlich weich, nicht kohlig und besteht aus dunkelbraunen, unregelmäßigen, 12 bis 16 μ breiten Zellen. Nucleus weiß. Asci zahlreich,

zylindrisch-keulig, sehr kurz, knopfig gestielt, derbwandig, oben abgerundet, achtsporig, bis 120 bis 140 = 9 bis 10 μ. Paraphysen zahlreich, lang, derbfädig. Sporen zweireihig, hyalin, länglich spindelförmig; an den Enden stumpflich, vierzellig, 24 - 5 μ. Die Perithecien sind außen locker mit durchscheinend braunen, weichen, an der stumpfen Spitze blassen, septierten, verschieden langen, bis 170 = 3 bis 4 μ großen Borsten und an der Basis mit braunen Hyphen versehen.

Der Pilz kann als *Lasiosphaeria* oder *Acanthostigma* beschrieben werden. Mir ist er eine *Lasiosphaeria*, die sich *Calonectria* nähert, namentlich durch die Art und den Ort des Auftretens, einzeln an der Unterseite der Blätter.

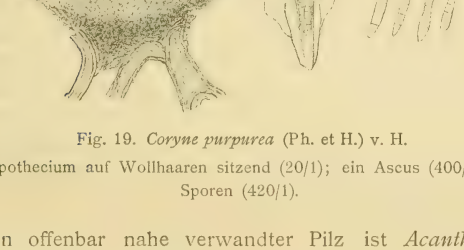


Fig. 19. *Coryne purpurea* (Ph. et H.) v. H.
Ein Apothecium auf Wollhaaren sitzend (20/1); ein Ascus (400/1); vier Sporen (420/1).

Ein offenbar nahe verwandter Pilz ist *Acanthostigma Berenice* (B. et C.) = *Venturia saccardioides* E. et M.

Der Pilz ist unbeschrieben; ich nenne ihn *Lasiosphaeria Garryae* v. H.

Die echte *Phillipsiella purpurea* Phill. et Harkn. fand ich nur auf dem Exemplar im Herbar Saccardo's. Sie ist eine typische *Coryne* und hat daher zu heißen *Coryne purpurea* (Ph. et H.) v. H. Es gibt zwar eine *Coryne purpurea* Fuckel (Symb. mycol. p. 284), diese ist aber ein Synonym.

Der Pilz ist schwarz, unter dem Mikroskop schwarzviolett, rundlich-linsenförmig, 160 bis 270 μ breit. Das Excipulum und das 50 μ dicke Hypothecium sind dunkelviolett gefärbt und undeutlich kleinzellig-plektenchymatisch. Die Paraphysen sind mehrfach lang verzweigt, 1·5 μ dick und bilden oben ein

dünnes, violettes Epithecium. Die Asci sind kurzgestielt, keulig, nach dem oberen, abgerundeten Ende dicker, derbwandig, achtsporig, 34 bis 52 ≃ 10 bis 12 μ.

Die Sporen liegen zwei- bis dreireihig, sind zartwandig, an den Enden spitz oder stumpflich, drei- bis siebenzellig, an den zarten Querwänden nicht eingeschnürt, meist zylindrisch-spindelförmig, manchmal im mittleren Teile schmäler, 14 bis 24 ≃ $2^1/_2$ bis 3 μ.

Der ganze Pilz ist weichfleischig-gelatinös. Der Farbstoff diffundiert aus dem intensiv gefärbten Gewebe heraus und färbt schließlich auch die Asci, Sporen und Paraphysen violett. Jod gibt nirgends Blaufärbung. Der Pilz sitzt auf dem wolligen Filze der Blattunterseite von *Garrya elliptica* und nicht direkt auf der Epidermis.

7. Agyrieen.

Sind typische Discomyceten ohne Excipulum, mit gut entwickeltem, meist dunkel, seltener hell gefärbtem, kleinzelligem, oft in der Mitte konvex vorspringendem Hypothecium. Asci keulig bis eiförmig, mehr minder radiär angeordnet. Paraphysen meist vorhanden, ein schwaches, oft scholliges, gefärbtes Epithecium bildend. Ascomata oben meist stark konvex, unten meist flach, stets oberflächlich aufsitzend, fleischig bis fast gelatinös. Sporen (bisher) hyalin.

Ich rechne hierher:

1. *Agyrium* Fries. (siehe Rehm, Discomyceten, p. 450). Sporen einzellig. Hypothecium hell.
2. *Henningsiella* Rehm. Sporen zweizellig.
   Hierher gehören: *Ascomycetella quitensis* Pat.
   Asterina Ilicis Ell.
   Microthyrium Lagunculariae Wint.
3. *Molleriella* Winter. Sporen mit einigen Querwänden.
   M. mirabilis Winter, *M. Sirih* Zimm.
4. *Agyrona* n. gen. Sporen dyctiospor.
   Hierher gehören: *Phymatosphaeria Calami* Rac.
   Ascomycetella punctoidea Rehm.
   Saccardia atroviridula Rehm.
   Saccardia Durantae Pat. et Lag.

5. *Agyriopsis* Sacc. et Syd. (Sacc. Syll. XIV, p. 805). Sporen fadenförmig.

Ascomycetella quitensis Pat. ist, wie schon Rehm (Hedwigia, 1895, p. [159]) angab und mir die Untersuchung des Originalexemplares in Rehm, Ascomyceten, Nr. 1108, lehrte, sicher eine Bulgariee. Paraphysen habe ich ebensowenig wie Rehm gesehen. Hingegen zeigt der Pilz einen das Hymenium bedeckenden Überzug, der wahrscheinlich durch frühzeitiges Verschleimen von spärlichen Paraphysen entsteht. Der Discus ist eigentlich unberandet, wie bei *Agyrium*, aber der Pilz sitzt einem dünnen, rundlichen, häutigen, kleinbraunzelligen Hypothallus auf, der eine Scheinberandung bewirkt. Mir scheint der Pilz am nächsten mit *Agyrium* verwandt zu sein. Rehm hat für denselben die Gattung *Henningsiella* aufgestellt. Die Sporen sind stets zweizellig, wie schon Rehm angibt. Allein Hennings (Hedwigia, 1902, p. [46]), der den Pilz zu den Ascocorticieen bringen will, gibt an, daß die reifen Sporen drei Querwände und selten sogar eine Längswand haben. Der Inhalt der Sporen trocknet manchmal grobnetzig ein, wodurch Hennings getäuscht wurde.

Asterina Ilicis Ell. wurde von Spegazzini zu *Microphyma* gestellt. Sie weicht aber nach dem Exemplar in Rab.-Winter-P., F. europ. 3950, von den typischen Arten *M. Puiggari* Speg. und *M. graminicola* v. H. ab. Es ist ein mit Paraphysen versehener unberandeter Discomycet, der mit *Henningsiella* verwandt ist und dazuzustellen ist.

Microthyrium Lagunculariae Winter (Hedwigia, 1890, p. 159) wurde von Rehm (Hedwigia, 1901, p. 168) zu *Microphyma* gestellt. Es ist in der Tat ein Discomycet, wie das Originalexemplar in Rab.-Winter, F. europ., Nr. 3653, lehrt, der von dem *Microphyma*-Typus abweicht und vorläufig am besten zur Gattung *Henningsiella* gestellt wird.

Phymatosphaeria Calami Raciborsky (Paras. Alg. und Pilze Javas, II, p. 4) ist nach der ausführlichen Beschreibung des Autors und den von mir im botanischen Garten von Buitenzorg reichlich gesammelten Exemplaren ein unberandeter Discomycet, der als Arthoniacee betrachtet werden könnte. Er

ist generisch von *Arthothelium* wenig verschieden. Indessen sind die Ascomata oberflächlich und ist der Pilz ein echter Parasit. Ich bringe ihn vorläufig zu *Agyrona* n. g., obwohl er von den anderen Arten dieser Gattung einigermaßen abweicht.

Ascomycetella punctoidea Rehm (Hedwigia, 1901, p. 169) = *Myriangium punctoideum* (Rehm) P. Henn. (Hedwigia, 1902, p. [56]) ist ein fast kugeliger, unberandeter Discomycet, der an der Basis stark verschmälert ist. Das Hypothecium ist nur in der Mitte entwickelt und ragt daselbst stark empor. Die Asci und zahlreichen verschleimenden Paraphysen sind um dasselbe radiär angeordnet. Die hyalinen Sporen sind dyctiospor. Der Pilz ist jedenfalls mit *Phymatosphaeria Calami* Racib. nahe verwandt, nur ist hier das Hypothecium flach und sind daher die Asci parallel.

Die fast kugelige Form der Apothecien von *A. punctoidea* mit der schmalen Ansatzstelle derselben hängt damit zusammen, daß der Pilz nicht unmittelbar auf der Epidermis der Blattunterseite, wo er allein vorkommt, sitzt, sondern auf kurzen, stark eingekrümmten Drüsenharen, welche 16 μ breit sind. Diese Drüsenhare sind zylindrisch, mehrzellig und haben eine längliche, mit schwarzbrauner Masse erfüllte Endzelle. An dieser sitzen die Apothecien. Schabt man eine Anzahl der Apothecien vom Blatte herab, so sieht man unter jedem derselben das abgebrochene Stück eines Drüsenhares.

Mir scheint es am richtigsten, den Pilz mit *Phymatosphaeria Calami* Racib. in eine neue Gattung zu versetzen, die ich mit *Arthothelium* verwandt halte und *Agyrona* nenne.

Saccardia atroviridula Rehm (Hedwigia, 1892, p. 312) ist nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascomycet. Nr. 1098, wie Querschnitte lehren, kein Pyrenomycet, sondern ein Discomycet. Die Apothecien sind, mit etwas verschmälerter Basis aufsitzend, dick polsterförmig, etwa 120 μ breit und 80 μ hoch. Das braune und kleinzellig parenchymatische Hypothecium ist nur in der Mitte stark entwickelt und ragt halbkugelig vor. Um dasselbe sind die eikugeligen, zirka 40 = 24 μ großen Asci radiär angeordnet. Dieselben enthalten acht hyaline, längliche oder etwas keulige, gerade oder etwas gekrümmte bis 20 bis 23 = 8 bis 9 μ

große Sporen, mit drei Querwänden und einer unterbrochenen Längswand.

Zwischen den Asci befinden sich zahlreiche, zellig gegliederte, bräunliche Paraphysen, welche oben ein dickes, braunes Epithecium bilden. Ein Gehäuse oder Excipulum fehlt völlig.

Der Pilz ist am nächsten mit *Ascomycetella punctoidea* Rehm verwandt. Der Hauptunterschied besteht in den Paraphysen, welche nicht verschleimen, und in dem stark entwickelten Epithecium. Nichtsdestoweniger kann der Pilz als *Agyrona* betrachtet werden: *A. atroviridula* (Rehm) v. H.

Saccardia Durantae Pat. et Lagerh. (Bull. soc. myc. VII, 1891, p. 173, Taf. XII, Fig. 2; Hedwigia, 1892, p. 313) ist nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascom. Nr. 1099, ebenfalls ein Discomycet, der zu *Agyrona* gehört. Derselbe ist ganz ähnlich wie *Ascomycetella punctoidea* Rehm und *Saccardia atroviridula* Rehm gebaut und diesen beiden Arten nahe verwandt. Der Pilz sitzt auf einem sehr zarten, nur 2 μ breiten, spinnwebigen, lockeren Subiculum. Von einer Perithecienmembran ist nichts zu sehen. Das Epithecium ist bräunlich und gut entwickelt. Berandung und Excipulum fehlend. Das Hypothecium ist besonders in der Mitte gut entwickelt. Der Pilz muß vorläufig als *Agyrona Durantae* (Pat. et Lag.) v. H. bezeichnet werden.

Saccardia quercina Cooke, der Typus der Gattung, ist auch ein Discomycet, welcher aber durch ein deutliches Excipulum berandet ist. Daher werden *Saccardia Durantae* und *S. atroviridula* besser zu den Agyrieen gestellt.

Molleriella mirabilis Winter (Hedwigia, 1886, 25. Bd., p. 102) wird von Winter als ein halbkugelig-glockenförmiger (oben konvexer, unten ausgehöhlter), schwarzer Discomycet beschrieben, der eine gelbe, knollige, parenchymatische Basis besitzt, um die der Pilz gestülpt ist. Die Untersuchung des von Moller auf der Insel S. Thomé an der Westküste von Afrika gesammelten Originalexemplars aus dem königl. Herbare in Berlin zeigte mir nun, daß der selbst mit der Lupe nicht zu sehende und daher schwer aufzufindende Pilz 90 bis 120 μ breit und 40 bis 50 μ dick ist. Derselbe ist halbkugelig eingekrümmt, oben konvex, unten konkav. In der Höhlung sitzt

ein ellipsoidischer, gelber Körper, der konstant 44 μ lang und 36 μ breit ist. Es ist dies offenbar ein tierisches Ei, wahrscheinlich von einer Milbe, auf welchem der Pilz schmarotzt und um das er gekrümmt ist. Daß es sich nicht um eiförmige Haare der Convolvulaceenblätter, auf denen der Pilz zu finden ist, handelt, davon habe ich mich überzeugt. Ein Pollenkorn oder eine Algenzelle oder Spore scheint auch nicht vorzuliegen. Der Pilz ist oben an das Ei angewachsen. Das Innere des

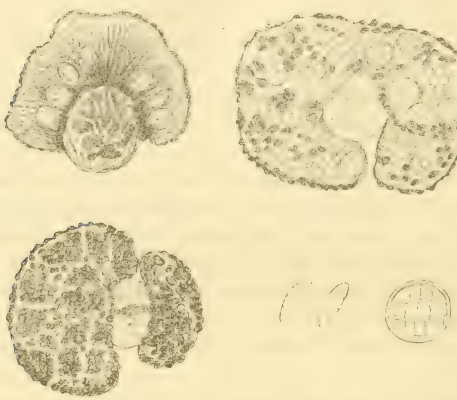


Fig. 20. *Molleriella mirabilis* Winter.

Drei Eier mit dem daraufsitzenden Pilze. Auf einem Ei sitzen zwei Apothecien (300/1); ein Ascus und zwei Sporen (750/1).

Pilzes besteht an der Basis aus einem kleinzelligen Geflecht von dünnen, hyalinen Hyphen, auf dem senkrecht paraphysenartige, parallele Hyphen stehen, zwischen welchen ziemlich dicht die eikugeligen, 22 = 18 μ großen, achtsporigen Asci in einer Schichte liegen. Außen zeigt der Pilz eine einfache Schichte von violettschwarzen, polygonalen, tafelförmigen, 4 bis 8 μ breiten Zellen, welche aber nur stellenweise entwickelt ist, so daß die Asci mehr weniger durchscheinen. Die schwarzen Tafelzellen liegen einzeln oder in kleineren oder größeren Schollen. Ein Ostiolum ist nicht zu sehen. Die Sporen

sind vierzellig, an den Querwänden nicht eingeschnürt, länglich, an den Enden abgerundet, meist gerade, 13 = 4 μ. Die Tafelschichte ist nicht als Perithecium aufzufassen, sondern als Epithecium; der Pilz wird daher am besten als unberandeter Discomycet aufgefaßt, welcher allerdings nicht typisch ist, sondern auch deutliche Beziehungen zu den Microthyriaceen (und Plectascineen?) aufweist. Es ist eine eigentümliche Übergangsform, wie sie bei diesen kleinen Ascomyceten öfter vorkommen.

Der Pilz wird am besten zu den Agyrieen gerechnet.

Molleriella Sirih Zimmermann (Zentralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenkunde, 1901, VII. Bd., p. 140) ist nach der Originalbeschreibung und Abbildung ganz unklar. Die Untersuchung eines von M. Raciborsky bei Kotubatu bei Buitenzorg gesammelten Originalexemplars zeigte mir, daß der winzige (65 bis 85 μ breite) Pilz, der die Unterseite der Blätter in Form von dichtstehenden, zahllosen, schwarzen, erst mit der Lupe sichtbaren Punkten bedeckt, ein rundlicher, gewölbter, unberandeter Discomycet ist, mit 25 bis 30 μ dickem, schwarzen, kleinzelligen Hypothecium, das in der Mitte meist etwas vorgewölbt ist, mit gut eingewickeltem und kleinscholligem, braunem Epithecium, das, da der Pilz oben halbkugelig ist, oft ein Excipulum vortäuscht. Paraphysen sind vorhanden, jedoch nicht deutlich fädig. Die eiförmigen oder birnförmigen, 18 bis 20 = 12 bis 14 μ großen Asci liegen radial angeordnet. Sie enthalten vierzellige, nur quergeteilte Sporen, die ich mit Zimmermann hyalin finde, nach Raciborsky in litt. jedoch auch bräunlich werden können.

Der Pilz ist dem Baue nach *Molleriella mirabilis* Winter verwandt.

Über *Molleriella Sirih* kann man nur durch dünne Axialschnitte ins Klare kommen. Es gibt zwar viele Methoden, solche von so kleinen Objekten zu erzeugen, dieselben führen aber nicht genug rasch zum Ziele, sind umständlich und zeitraubend und daher für den praktischen Mykologen nicht geeignet. Eine einfache, sofort zum Ziele bringende Methode ist folgende. Man schmilzt ein Stückchen des Substrates mit dem daraufsitzenden Pilze in einem Uhrgläschen auf dem Mikrobrenner in Paraffin

ein. Man erwärmt solange, bis die Luft in und an dem Objekt verschwunden ist, was bald geschieht. Nach dem Erkalten erwärmt man das Uhrglas schwach, worauf sich das Paraffin leicht ablösen läßt. Nun macht man dünne Schnitte mit einem Rasiermesser; dieselben werden samt dem daranhängenden Paraffin auf einem Objektträger in einen Tropfen Kalilauge gelegt und darin verteilt. Erwärmt man nun die Schnitte unter dem Deckglase (ohne zu kochen), so löst sich das Paraffin von den Schnitten ab, ballt sich in der Kalilauge, die Schnitte quellen in der Lauge, werden ganz luftfrei und liefern klare Bilder.

8. Saccardiaceen.

Saccardia quercina Cooke (Grevillea, 1878, VII, 49) ist nach dem Originalexemplar (aus Ravenel, F. Am. exsiccati, Nr. 326), das ich der Güte des Herrn Prof. P. A. Saccardo verdankte, ein berandeter Discomycet und stellt den Typus der Gattung dar.

Apothecien halbkugelig, oben flach konvex, oberflächlich, zarthäutig, 90 bis 150 μ breit, schmutzig gelbbräunlich. Excipulum dünn, undeutlich kleinzellig, mit spärlichen, zerstreuten, steifen, stumpflichen, meist einzelligen, oft etwas rauhen, an der Spitze häufig ein kleines Öltröpfchen tragenden, hyalinen, kurzen oder bis 40 bis 56 = 3 bis 6 μ dicken Borsten besetzt. Hypothecium dünn, kleinzellig. Asci eikugelig, nach unten etwas verschmälert, oben dickwandig, achtsporig, 40 bis 50 = 32 bis 36 μ. Paraphysen zellig gegliedert, oben ein dünnes, durchscheinendes Epithecium bildend. Sporen hyalin, länglich, meist beidendig abgerundet, mit fünf bis sechs Querwänden und einer Längswand. Subiculum undeutlich, spinnwebig. Nach der Entleerung der Asci bleibt schließlich nur das häutige Excipulum übrig, das dann den Eindruck einer Perithecienmembran macht.

Der Pilz ist am nächsten mit *Dyctionella erysiphoides* (Rehm) v. H. verwandt, die sich durch dunkelbraune Sporen unterscheidet. Diese beiden Pilze bilden eine kleine Familie von Discomyceten, die ich Saccardiaceen nenne.

Saccardiaceae nov. fam.

Ascomata oberflächlich, berandet. Excipulum dünn, kleinzellig-parenchymatisch. Asci eiförmig bis kugelig. Paraphysen zellig gegliedert, ein dünnes Epithecium bildend. Sporen hyalin oder gefärbt. Subiculum spinnwebig.

1. *Saccardia* Cooke. Sporen dyctiospor, hyalin.

2. *Dyctionella* v. H. Sporen dyctiospor, gefärbt.

Cookella erysiphoides Rehm (Hedwigia, 1901, p. 169) ist nach dem Originalexemplar, wie Querschnitte lehren, ein berandeter Discomycet mit parenchymatischem Hypothecium und

Fig. 21. *Dyctionella erysiphoides* (Rehm) v. H.

Der Pilz, von oben gesehen, mit dem Subiculum (30/1); im Medianschnitt (150/1); zwei Sporen (250/1).

Excipulum, der sich mit den Saccardiaceen am besten an die Mollisieen anreihen dürfte.

Ascomata zirka 250 μ breit und 140 μ dick, mit 80 bis 100 dickem, aus braunen, 4 bis 6 μ breiten Hyphen bestehendem Hypothecium, das besonders in der Mitte stark entwickelt ist, und unten mit braunen, derbwandigen, steifen, septierten, 3 bis 4 μ dicken Hyphen besetzt ist, die ein sehr zartes, fast spinnwebiges, weit ausgebreitetes und gut begrenztes Subiculum bilden, auf dem die Ascomata herdenweise locker aufsitzen.

Excipulum dünn, braun, parenchymatisch. Asci sitzend, eiförmig, 40 bis 50 = 22 bis 28 μ, durch zellig gegliederte, verwachsene Paraphysen, die ein dunkleres, undeutliches Epithecium bilden, getrennt, achtsporig. Sporen reif dunkelbraun, länglich-elliptisch, an den Enden abgerundet, meist mit fünf Querwänden und einer Längswand, 24 bis 28 = 11 μ.

Der Pilz ist weichfleischig. Er stellt eine neue Gattung dar, die ich *Dyctionella* nenne.

9. Guilliermondiaceen.

Guilliermondia saccoboloides Boudier (Bull. soc. myc. 1904, XX. Bd., p. 19, Tafel I) ist nach der ausführlichen Beschreibung und schönen Abbildung sicher keine Myriangiacee, sondern trotz der anders geformten Schläuche, die zerfließen, ein Discomycet, der zunächst mit den Ascoboleen verwandt ist, aber auch Beziehungen zu den Rhizineen und durch die Form der Asci zu den Eutuberaceen zeigt.

Meiner Ansicht nach bildet *Guilliermondia* eine eigene Familie, die an die Ascoboleen anzuschließen ist.

10. Microthyriaceen.

Myriangiella orbicularis Zimm. (Zentralbl. f. Bakteriol. etc. 1902, VIII, p. 183) habe ich nicht gesehen und ist die Beschreibung ungenügend. Es ist jedoch nach der Abbildung und den Angaben gar nicht zweifelhaft, daß der etwa 1 *mm* breite, flach schildförmige Pilz eine Microthyriacee ist. Keine Angabe widerspricht dieser Auffassung.

Der Pilz hat *Micropeltis orbicularis* (Zimm.) v. H. zu heißen.

Microphyma Rickii Rehm (Broteria, V, 1906, ser. bot., p. 227). Rehm beschreibt Stromata, die in der Epidermis eingewachsen sind, und ein dünnes, parenchymatisches Epithecium.

Die Untersuchung des Originalexemplares in Rick, Fungi Austro-Americani, Nr. 97, zeigte mir, daß der flach schildförmige, bis 800 μ breite Pilz ganz oberflächlich wächst und eine einfache Microthyriacee ist. Das Gehäuse ist nur auf der Oberseite gut entwickelt und besteht aus einer einfachen Schichte von kurz prismatischen, vier- bis fünfseitigen, 4 bis 5 μ breiten, braunen Zellen, mit dünnen Seiten- und Innenwänden und dicker Außenwand. Die eiförmigen Asci sind nicht gestielt und liegen locker in einem aus unregelmäßig verzweigten, aufrechten Paraphysen bestehenden Gewebe. Die hyalinen Sporen

scheinen meist zu weniger als acht im Ascus zu sein, sind länglich spindelförmig, an beiden Enden abgerundet stumpf und bis 36 = 10 μ groß. Ein Ostiolum fehlt vollständig, die Perithecienmembran zerfällt schon vor der völligen Reife in kleine Schollen. Die übrigen Angaben in Rehm's Beschreibung sind richtig.

Der Pilz ist daher ein *Microthyrium*. Er weicht aber von den typischen Arten dieser Gattung dadurch ab, daß ein Ostiolum vollständig fehlt und die sehr dünne Perithecienmembran

Fig. 22. *Microthyriella Rickii* (Rehm) v. H.

Von oben gesehen (35/1); im Medianschnitt (100/1); einige Schollen der Perithecium-Membran (200/1); ein Ascus mit Paraphysen und zwei Sporen (300/1).

in Stücke zerfällt. Ich halte es für zweckmäßig, die sich so verhaltenden *Microthyrium*-Arten in einer eigenen Gattung, die ich *Microthyriella* nenne, abzutrennen.

Der Pilz hat daher *Microthyriella Rickii* (Rehm) v. H. zu heißen.

Ähnliche Arten sind nach den Diagnosen *Microthyrium Millettiae* A. Sm. und *Clypeolum scutelliforme* Rehm. Hingegen ist es möglich, daß *Microthyrium Coffeae* P. Henn. damit identisch ist.

Saccardia Durantae Pat. var. *Rickii* Rehm (Ann. mycol. 1907, p. 83) ist nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascomyc. Nr. 1698, von *Saccardia Durantae* Pat., welche ein Discomycet (*Agyrona* n. g.) ist, gänzlich verschieden.

Der Pilz ist schwarz, etwa 200 μ breit und 40 bis 50 μ hoch; von oben gesehen rundlich, am Rande wellig gelappt. Querschnitte, die schwer anzufertigen sind, zeigen, daß er flach, fast schildförmig ist, am Rande jedoch etwas eingezogen; oben ist er mit flachen Höckern versehen. Er ist ringsum von einer 4 μ dicken, blauschwarzen, einfachen Zellschichte umgeben, deren Elemente oben undeutlich radiär angeordnet sind. Ein Ostiolum fehlt völlig. Die eikugeligen Asci liegen meist weit getrennt voneinander in einer Schichte in einem hyalinen, undeutlich parenchymatischen, kleinzelligen Gewebe. Von Paraphysen ist nichts zu sehen. Die hyalinen Sporen sind stets mit drei Querwänden versehen und meist ist eine Zelle noch längsgeteilt. Von oben gesehen sieht der Pilz einer Microthyriacee gleich, allein der Querschnitt zeigt, daß er eigentlich ein kleines Stroma ist. Er stellt zweifellos eine jener schwierigen Übergangsformen dar, deren richtige Einreihung nicht leicht ist. Dem Baue nach ist es eine Mittelform zwischen den Microthyriaceen und Pseudosphaeriaceen. Würde er eingewachsen sein, so wäre es eine unzweifelhafte Pseudosphaeriacee.

Der nächstverwandte Pilz ist offenbar *Saccardinula guaranitica* Speg. (Sacc. Syll. IX, p. 1071), welche sogar auffallend ähnlich ist. Daher kann derselbe vorläufig als *Saccardinula Rickii* (Rehm) v. H. bezeichnet werden.

11. Elsinoëen.

Myriangium (Myriangina) mirabilis P. Henn. (Hedwigia, 1902, p. [55]) kann ich nicht, wie dies Hennings tut, als *Myriangium* betrachten, sondern muß als eigene Gattung *Myriangina* angesehen werden. Der Pilz ist ganz eingewachsen und nimmt schließlich an jenen Stellen, wo die Asci gebildet werden, fast die ganze Dicke des Blattes ein. Schließlich reißt auf einer Seite die Blattepidermis lappig auf und das Pilzgewebe mit den Asci tritt als weiße Masse hervor. Er besteht aus einem Plektenchym aus hyalinen Hyphen, das das Blattparenchym ganz durchsetzt und an einzelnen Stellen dasselbe verdrängt. Daselbst werden die Asci gebildet, welche in großer Menge durch dünne Hyphenschichten voneinander getrennt,

ganz unregelmäßig im Plektenchym verteilt sind. Die Asci sind eiförmig und die hyalinen Sporen mauerförmig geteilt.

Der Pilz könnte als eingewachsene Plektascinee betrachtet werden. Bei den bisherigen Plektascineen findet sich aber keine Anschlußform. Eine solche ist hingegen die Gattung *Elsinoë* Raciborsky (Parasitische Algen und Pilze Javas, I, p. 14; II, p. 4). *Elsinoë* ist nach Raciborsky's Angaben und meinem Befunde an *Elsinoë Canavalliae* Rac. ganz so wie *Myriangina* gebaut, nur ist das Plektenchym weniger reichlich entwickelt; dementsprechend sind die Asci kleiner und weniger zahlreich. Letztere sind unregelmäßig verteilt und im Plektenchym eingeschlossen. Die hyalinen Sporen sind nur quergeteilt.

Raciborsky betrachtet *Elsinoë* als Protodiscinee und am nächsten mit *Magnusiella* verwandt. Ich kann aber eine nähere Verwandtschaft mit *Magnusiella, Taphrina* etc. nicht erkennen. Diese Pilze haben isoliert verlaufende Hyphen und kein Plektenchym. Die Asci haben stets einzellige Sporen, stehen in einer Schichte parallel ohne trennendes Gewebe (oder Paraphysen) nebeneinander, ein deutliches Hymenium bildend. Sie sind daher auch stets mehr minder zylindrisch.

Myriangina und *Elsinoë* bilden eine natürliche kleine Familie, deren Stellung im System noch unklar ist. Vielleicht schließt sie sich an die Protodiscineen, vielleicht an die Plektascineen an. Noch aufzufindende Zwischenformen werden diese Stellungsfrage entscheiden.

Elsinoëen nov. fam.

Ganz eingewachsene Pflanzenschmarotzer, die zuletzt durch teilweise Zerstörung der deckenden Gewebe der Matrix einseitig frei werden, aus einem nicht begrenzten, fleischigen Plektenchym bestehend, in dem die rundlichen Asci ohne Ordnung eingebettet sind.

1. *Elsinoë* Racib. Sporen hyalin, phragmospor.
2. *Myriangina* P. Henn. (als Sekt.) Sporen hyalin, dyctiospor.

12. Lichenes.

Molleriella Epidendri Rehm (Hedwigia, 1901, p. 168) ist nach dem Originalexemplar ein unberandeter Discomycet, der ähnlich wie *Microthyrium Lagunculariae* Winter gebaut ist, aber vierteilige Sporen hat. Die Asci liegen parallel nebeneinander und sind 32 bis 40 = 13 bis 16 μ groß. Die undeutlichen verschleimenden Paraphysen sind oben unregelmäßig verbreitert und verzweigt und bilden ein dunkelbraunes Epithecium. Das ganze Hymenium färbt sich mit Jod gelblichweinrot. Der Pilz wird bis 240 μ breit. Die hyalinen spindelförmigen Sporen sind vierzellig, beidendig spitz und haben eine Schleimhülle; sie werden bis 24 = 3 μ groß. Das dunkelbraune Hypothecium ist undeutlich kleinzellig.

Die so beschaffenen Apothecien wachsen scheinbar oberflächlich auf den *Epidendron*-Blättern; löst man sie aber ab, so sieht man, daß sie auf einem meist stark verbleichten Thallus sitzen, aus dem sie wahrscheinlich hervorbrechen und der aus einer hellgrünen, radiär gebauten, flächenförmig ausgebreiteten Blattalge besteht, die aus einer Schichte von tafelförmigen, radiär gestreckten Zellen besteht.

Daher ist *Molleriella Epidendri* eine mikroskopisch kleine Blattflechte.

Trichophyma Bunchosiae Rehm (Hedwigia, 1905, p. 7, Taf. I, Fig. 10). Schon mit der Lupe sieht man am Originalexemplar, daß der Organismus grünlich gefärbt ist. Er besteht, wie die genauere Untersuchung lehrt, aus einer häutigen, einzellschichtigen, lebhaft grün gefärbten Alge, die der Cuticula des Blattes locker anliegt und auf derselben durch kurze, einfache, zartwandige, grüne Zellfäden befestigt ist, die der ganzen Unterseite der Alge entspringen. Diese bildet ursprünglich eine rundliche, häutige Scheibe, welche aber am Rande in radiär angeordnete, unregelmäßig dichotomisch und lappig verzweigte Bänder auswächst. Diese Bänder bestehen aus mehreren parenchymatisch verwachsenen Reihen von radiär gestreckten, grünen Zellen. Die Oberseite der Alge zeigt dicke Außenwände der in einer einfachen Schichte liegenden, parenchymatisch dicht miteinander verwachsenen Zellen und ist mit zahlreichen

steifen, hyalinen, derbwandigen, bis $^1/_2$ *mm* langen, spitzen Borsten besetzt.

In dem grünen, lockeren Fadengewebe, durch welches die ganze Alge am Blatte befestigt ist, sitzen sehr vereinzelt und meist im mittleren, frühzeitig verbleichenden Teile der Alge, anfänglich von derselben bedeckt und anscheinend der Cuticula

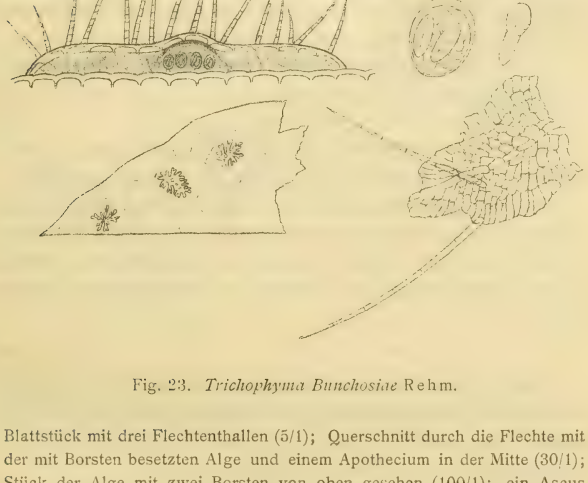


Fig. 23. *Trichophyma Bunchosiae* Rehm.

Blattstück mit drei Flechtenthallen (5/1); Querschnitt durch die Flechte mit der mit Borsten besetzten Alge und einem Apothecium in der Mitte (30/1); Stück der Alge mit zwei Borsten von oben gesehen (100/1); ein Ascus (400/1) und eine Spore (550/1).

aufsitzend, zirka 160 μ breite und 65 μ dicke, oben konvexe und mit einem dünnen, bräunlichen Epithecium versehene, unten flache Ascomata, in welchen in einer Lage rundlich-eiförmige, achtsporige, zirka 33 ≈ 24 μ große Asci auf einem dünnen, farblosen Hypothecium stehen, die durch zahlreiche, zellig gegliederte Paraphysen voneinander getrennt sind. Die Sporen sind hyalin, länglich-keulig, mauerförmig geteilt, bis 22 ≈ 15 μ. Die Alge ist oft bis gegen den Rand verbleicht und daher von Rehm als Bestandteil des Pilzes beschrieben worden.

Da die Alge von dem Pilze anscheinend nicht geschädigt wird, scheint eine Symbiose beider vorzuliegen und muß der ganze Organismus als Flechte betrachtet werden.

Ich zweifle nicht daran, daß *Pazschkea lichenoides* Rehm eine ähnlich gebaute Flechte ist; die Untersuchung des Originalexemplares in Rabenh.-Pazschke, F. europ. Nr. 4172, ergab zwar kein entscheidendes Resultat, da mein Exemplar schlecht ist; sicher ist jedoch, daß der »thallus tenuissimus membranaceus, parenchymaticus, gonidiis carentis« mikroskopisch ganz ähnlich gebaut ist wie die Alge von *Trichophyma* und daher offenbar auch eine verbleichte Alge ist.

Ein ähnlicher Organismus ist jedenfalls auch *Puiggariella apiahyna* Speg. (Fung. Argent. Pugill. IV, Nr. 113, Tafel I, Fig. 15 bis 23).

Die zur *Trichophyma* gehörige Alge gehört zur Gattung *Mycoidea* Cunn. (Engl.-Prantl, Nat. Pfl. Fam. I, 2, p. 104).

Daß *Melittosporiopsis violacea* Rehm kleine, gelblichgrüne Gonidien besitzt, habe ich bereits angegeben (Denkschriften d. k. Akad. Wien, 1907, Bd. 83, p. 32). Es ist daher diese Pflanze eine mikroskopisch kleine Flechte, zu *Gonothecium* Wainio gehörig.

Zum Schlusse bemerke ich noch, daß die Myriangiaceen, Cookellaceen, Phillipsielleen usw. meiner Ansicht nach von größerer systematischer Bedeutung sind, da sie wahrscheinlich Anfangsglieder von Entwicklungsreihen sind.

Als solche Reihen scheinen mir folgende zu existieren:

1. *Cookella*—*Leptophyma*—*Ascosorus*—Agyrieen—Discomyceten.
2. *Cookella*—*Phillipsiella*—Arthonieen—Agyrieen—Discomyceten.
3. *Cookella*—Plectascineen.
4. *Ascomycetella*—*Kusanoa*—*Uleomyces*—*Myriangium*—*Eurytheca*—Dothideaceen.
5. *Myriangium*—*Eurytheca*—Pseudosphaeriaceen—Sphaeriaceen.
6. *Myriangina*—*Elsinoë*—Exoascaceen.

245. Cenangium (Encoelia) helvolum (Junghuhn) Sacc.

Im botanischen Garten von Buitenzorg fand ich auf lebendem Bambusrohr einen *Helotium*-ähnlich aussehenden Pilz, der vollkommen zu der von Junghuhn (Praemissa in flor. crypt. ins. Javae, Batavia 1838, in Verh. v. h. Bat. Genott. v. K. en Wetensch., XVII. Th., III. Stück, p. 30, Fig. 17) ganz kenntlich beschriebenen *Peziza helvola* stimmt. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, hat Junghuhn den Pilz als zu *Encoelia* Fr. gehörig ganz richtig erkannt. Derselbe ist seither wiederholt gefunden worden, indessen ist der von Patouillard als *Helotium helvolum* (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 1897, I. Suppl., p. 120) angeführte Pilz mit hyalinen, elliptischen, 8 bis 10 = 4 bis 5 μ großen Sporen, den er für die *Peziza helvola* Jungh. hält, sicher ein ganz anderer Pilz.

Ich gebe nun im Folgenden auf Grund meiner zahlreichen Exemplare eine genaue Beschreibung des Pilzes.

Ascomata hervorbrechend, herdenweise, manchmal zu wenigen gebüschelt, frisch schüsselförmig ausgebreitet, mit dünnem, gerissen-kleingezähntem Rande, trocken meist hysteriumartig zusammengerollt, 2 bis 11 *mm* breit, unten in einen 1 bis 2 *mm* langen und 1 bis 1·5 *mm* dicken längsrunzeligen und körnig-warzigen Stiel verschmälert, außen ebenso feinkörnig warzig, ockergelb, Scheibe etwas dunkler. Excipulum in der Mitte bis 500 μ dick, gegen den Rand allmählich dünn werdend; Pilz von lederiger Konsistenz. Gewebe dreischichtig. Hymenium 55 bis 60 μ dick; darunter eine 15 bis 20 μ dicke, dichte, plektenchymatisch sehr kleinzellige Schichte. Darauf folgte die mächtige Hauptschichte, die so wie der Stiel aus dicht und unregelmäßig verflochtenen, ziemlich derbwandigen, manchmal etwas knorrigen, 2 μ dicken hyalinen Hyphen aufgebaut ist. Außen zeigen Stiel und Excipulum eine gegen den Apothecienrand allmählich dünner werdende, 20 bis 100 μ dicke, aus kurzzelligen, 5 bis 6 μ breiten, parallelen und senkrecht zur Oberfläche stehenden Hyphen bestehende Schichte, deren Zellen nach außen allmählich dickwandig werden und sich an der Oberfläche von einander lösen. Diese Schichte bildet die warzen- oder kegelförmigen Vorsprünge, die die körnige Beschaffenheit von Stiel und Excipulum bedingen.

Das Excipulum ist außen meist mehr weniger deutlich radial-runzelig. Paraphysen fädig, 1·5 μ dick, meist spitz, manchmal oben etwas rauh, zum Teile die Asci überragend, jedoch kein Epithecium bildend.

Asci keulig, oben meist abgestumpft und am breitesten, nach unten allmählich dick stielartig verschmälert, achtsporig, 50 = 5 bis 6 μ. Sporen oben zwei-, unten einreihig, gerade oder schwach gekrümmt, zylindrisch, an den Enden abgerundet, hyalin, einzellig, 6 bis 8 = 2 bis 2½ μ. Jod gibt nirgends Blaufärbung.

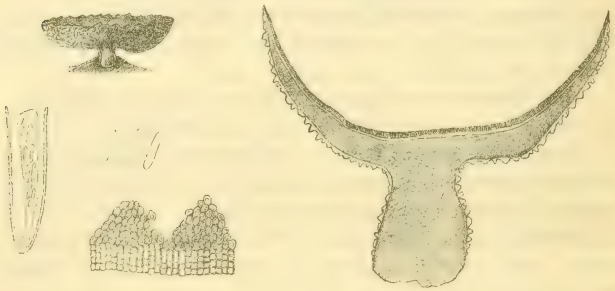


Fig. 24. *Cenangium (Encoelia) helvolum* (Jungh.) Sacc.

Der Pilz (2/1), im Medianschnitt (6/1), äußere Schichte des Excipulums (200/1), Ascus mit Paraphysen (400/1), zwei Sporen (850/1).

Infolge der verhältnismäßig großen Apothecien, die außen warzig-körnig sind, gehört der Pilz in die Sektion *Encoclia*. Bei längerem Liegen im Wasser nimmt der ganze Pilz eine rotbräunliche Färbung an. Mikroskopisch erscheinen dann die Gewebe violett-fleischrot gefärbt.

Genau der gleiche Pilz ist von Hennings 1902 (Hedwigia, Bd. 41, p. 31) als *Geopyxis bambusicola* beschrieben worden, wovon ich mich durch Untersuchung eines Originalexemplares, das ich der Güte des Herrn Dr. H. Rehm in München verdanke, überzeugte.

Nirgends sind Pilze ganz falsch eingereiht in größerer Zahl zu finden als bei den Discomyceten.

246. Cenangium luteo-griseum n. sp.

Ascomata lederig, zerstreut oder zu wenigen gebüschelt, kurz und dick gestielt, 1 bis $2^1/_2$ *mm* breit, anfangs kugelig-geschlossen, dann sich öffnend und schüsselförmig ausgebreitet; anfänglich der weißliche oder gelbliche von hyalinen, steifen, stumpflichen, verschieden, bis 80 μ langen und 2 bis 3 μ dicken Haaren samtige Rand eingerollt. Discus schwefel- bis zitronengelb, später dunkler gelb, außen glatt, grau bis rauchbräunlich, gegen den Rand blaß. Hymenialschichte 50 bis 55 μ dick, Hypothecium 200 bis 250 μ dick, aus hyalinen 2 μ dicken dicht plektenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehend. An der Basis und Stielgewebe braun, aus 4 μ dicken verflochtenen Hyphen aufgebaut, fast parenchymatisch. Excipulum bräunlich, außen eine 25 bis 28 μ dicke aus senkrecht zur Oberfläche dicht palisadenartig stehenden, 1·5 bis 2 μ dicken, kurzzellig gegliederten Hyphen bestehende Schichte zeigend. Außen von kurzen anliegenden Hyphenenden etwas filzig. Paraphysen fädig, steif, 2 μ dick, oben nicht verbreitert, von Ascuslänge. Asci zylindrisch-keulig, sitzend, oben stumpflich, 48 bis 53 = 4 bis 5 μ, achtsporig. Sporen zweireihig, länglich bis stäbchenförmig, meist sehr schwach gekrümmt, beidendig stumpflich, hyalin, 5 bis 7 = 1·7 bis 2 μ. Jod giebt keine Blaufärbung.

An hartem rotbraunen Dicotyledonenholz, Tjibodas, Java.

Ist ein typisches *Cenangium*. Trocken ist der Pilz oft dreieckig oder länglich zusammengefaltet. Der bräunlichgraue Stiel ist meist 350 bis 400 = 500 μ groß. Ähnliche damit zu vergleichende Formen scheinen *Cenangium chrysoprasum* Cooke und *Helotium discretum* Karst. zu sein.

247. Über Calloria meliolicola P. Henn.

Ich fand im botanischen Garten von Buitenzorg auf den Blättern von *Phragmites* sp. eine *Meliola (M. substenospora)*, auf deren Lagern ein hübscher kleiner, gallertiger, durchscheinend rosa gefärbter Discomycet parasitierte, der die obige Art ist.

Wegen seiner gallertigen Beschaffenheit gehört derselbe zu den Bulgariaceen. Da der Bau des Gehäuses nicht parenchymatisch ist, wie Querschnitte lehren, so kann derselbe trotz

seiner äußeren Ähnlichkeit mit *Calloria* und *Orbilia* nicht zu den Callorieen gerechnet werden, sondern muß als Bulgariee eingereiht werden. Da die Sporen zweizellig und zuletzt manchmal vierzellig werden, gehört er in die Gattung *Coryne*.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Stamnaria* von *Ombrophila* generisch nicht verschieden ist und daher zu den Bulgarieen gehört. Ferner wird *Paryphydria* wegen dem parenchymatischen Gehäuse zu den Callorieen gestellt werden müssen (siehe Rehm, Hyst. u. Discomyceten).

Die Beschreibung Hennings ist zwar unvollständig, stimmt aber bis auf die Angabe, daß die Ascomata blaßgrau sein sollen, ganz gut. Daß diese Angabe falsch ist, geht schon aus der weiteren Anführung, daß sie trocken gelbbraun sein sollen, hervor. Tatsächlich sind sie frisch blaß rosa und trocken rötlich ockergelb. Daß derselbe Pilz vorliegt, geht schon aus der auffallenden Tatsache hervor, daß trotz des von Java sehr entfernten Standortes (Neuguinea) die Nährpflanzen des Pilzes: *Meliola* sp. auf *Phragmites* sp. genau dieselben sind.

Ich gebe nun im Folgenden eine genauere Beschreibung des interessanten Pilzes.

Coryne meliolicola (P. Henn.) v. H.

Syn.: *?Scutula leucorrhodina* Speg., Fung. Guar., II, p. 56.
Calloria meliolicola P. Henn., Engl. Jahrb. f. Syst., 1898, 25. Bd., p. 509.

Ascomata kahl, gesellig oder gehäuft, einem zarten, spinnwebigen, aus teils sehr dünnen, teils bis 4 μ dicken, hyalinen, septierten Hyphen, die hie und da oidiumartige Ketten von unregelmäßig eiförmigen bis kugeligen, bis 10 μ dicken Zellen bilden, aufsitzend, durchscheinend gelatinös, linsenförmig, mit stumpfem Rande, oben flach oder schwach konvex, 260 bis 800 μ breit, 200 μ dick, schwach berandet, frisch blaßrosa bis fleischfarben, trocken rötlich ockergelb. Hypothecium 160 μ dick. Gewebe locker gelatinös-plektenchymatisch. Hyphen des Excipulums seitlich nach außen gebogen und am Ende blasig verbreitert. Paraphysen einfach fädig, oben kaum verdickt, 1·5 bis 2 μ breit. Asci locker stehend, unten wenig verschmälert, breit sitzend, mäßig dünnwandig, breitkeulig, oben breit abgestumpft-abgerundet, achtsporig, 34 bis 50 = 8 bis 10 μ. Sporen $1^1/_2$- bis

2reihig, hyalin, breit spindelförmig, beidendig spitz, außen schleimig, gerade oder wenig verbogen, 14 bis 16 = 3·5 bis 5 μ, fast stets zweizellig, selten vierzellig, an der Querwand nicht eingezogen. Jod gibt nirgends Blaufärbung. Viel Glykogen in den Asci.

Auf Baumblättern in Perisporiaceen schmarotzend, Paraguay (Balansa)?; auf *Meliola* sp. auf *Phragmites*-Blättern in Neuguinea (Lauterbach); auf *Meliola substenospora* n. sp. auf *Phragmites* Blättern im botanischen Garten von Buitenzorg (Java), v. Höhnel 1907.

Das weiße Subiculum ist meist nur schwach entwickelt, manchmal wird jedoch die *Meliola* von demselben mehr minder verdeckt und erscheint dann statt schwarz weißlichgrau. In einem Falle zeigte ein Apothecium am Rande hyaline, schwach köpfige, undeutlich septierte, in gleichen Abständen stehende, 30 bis 40 = 6 bis 8 μ große Cilien.

Das Vorhandensein eines spinnwebigen Subiculums, sowie der Umstand, daß der beschriebene Pilz ein echter Schmarotzer ist, unterscheiden ihn von den bisher bekannten *Coryne*-Arten. Diese Unterschiede genügen aber meiner Ansicht nach nicht zur Aufstellung einer neuen Gattung für denselben.

Der von Spegazzini 1888 (Fung. guaran., II, p. 56) als *Scutula leucorrhodina* beschriebene Pilz ist wahrscheinlich dieselbe Art, welche jedoch von *Peziza leucorrhodina* Montagne (in Ramon de la Sagra, Hist. de l'île de Cuba, X, p. 360, Taf. XIII, Fig. 4) verschieden sein wird. Ob letztere Art ein Discomycet ist oder, wie Spegazzini an anderer Stelle (Fung. argent., Pug., IV, Nr. 204) annimmt, eine *Calonectria*, läßt sich nach Montagne's Beschreibung und Abbildung nicht entscheiden (siehe auch Sacc., Syll., II, p. 548 und VIII, p. 501).

Orbilia gelatinosa (E. et Mart.) Sacc. (Syll. VIII, p. 624) ist möglicher Weise auch synonym mit *Coryne meliolicola*.

248. Über Tapesia cruenta P. Henn. et Ploettn.

Vergleicht man die Diagnose dieser in Verh. bot. Ver. Brandenb., 1900, 41. Bd., p. 96, beschriebenen Art mit jener von *Patellea sanguinea* (P.) in Rehm's Discomycetenwerk, so findet man eine auffallende Übereinstimmung beider. In der Tat

ergab die Untersuchung des Originalexemplares aus dem königl. botanischen Museum in Berlin die völlige Identität beider Pilze.

249. Belonidium javense n. sp.

Ascomata oberflächlich, zerstreut, breit aufgewachsen, mit aufgebogenem, schwach eingerolltem, dunkelbraunem Rande, 0·7 bis 1·5 *mm* breit, 210 μ dick, flach schüsselförmig, unregelmäßig rundlich, außen glatt, schwarzbraun, Discus feucht weißlichblau, trocken schmutzig-gelblichweiß. Paraphysen fädig, einfach, oben nicht verbreitert, 2 bis $2^1/_2$ μ dick. Asci kurzknopfig sitzend, zylindrisch, oben spitzlich, achtsporig, 72 bis 75 = 8 μ. Sporen hyalin, zylindrisch, gerade oder schwach gekrümmt, nach beiden Enden etwas verschmälert, stumpflich, mit 3 bis 7, meist 5 bis 6 Querwänden, 21 bis 32 = 3 μ, meist 25 bis 30 = 3 μ, zwei- bis dreireihig im Ascus. Gewebe rein parenchymatisch, Hypothecium 120 μ dick, aus 8 bis 16 μ breiten, rundlich-polyedrischen Zellen bestehend, innen hyalin, die äußeren 2 bis 3 Lagen dunkelbraun. Äußere Zellen des Excipulums kleiner, konvex vorspringend. Jod färbt den Porus deutlich blau.

An morschem Holz, Tjibodas, Java, 1908.

Der Pilz ist ein ganz typisches *Belonidium* im Sinne Rehm's mit rein parenchymatischem Aufbau. Er gleicht vollkommen einer *Mollisia*. Die Fruchtscheibe ist im feuchten Zustande oft fast himmelblau. Er scheint unbeschrieben zu sein, da ich ihn unter den vielen phragmosporen Discomyceten vergeblich gesucht habe.

250. Über Belonidium Rathenowianum P. Henn.

Dieser Pilz wurde 1900 in den Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 41. Jahrg., p. 97 beschrieben. Er fand sich zusammen mit *Ceratosphaeria quercina* (P. Henn.?, nomen nudum) auf Eichenholz. Da die Direktion des königl. botanischen Gartens und Museums in Dahlem die dankenswerte Güte hatte, mir das Originalexemplar zur Untersuchung zu überlassen, konnte ich die Identität der beiden genannten Pilze mit längstbekannten feststellen.

1. *Belonidium Rathenowianum* P. Henn. ist nichts anderes als *Durella connivens* (Fries). *Durella* ist mit *Belonidium* im

Sinne Rehm's nicht näher verwandt, hingegen sehr nahe mit *Belonium*, das den gleichen faserigen Aufbau hat.

In der Gattung *Belonidium* stehen in Rehm's Discomycetenwerk einige Arten, die richtig zu *Belonium* gehören, so *B. pruinosum* (Jerd.) und *B. subcarneum* Rehm. Diese beiden Arten, insbesondere die erstere haben einen faserigen Aufbau.

2. *Ceratosphaeria quercina* existiert in der Literatur nur an der angeführten Stelle als nackter Name. Die Untersuchung zeigte mir, daß es *Zignoëlla dolichospora* Sacc. ist.

Die Originalbeschreibungen und Abbildungen dieses Pilzes von Saccardo (Michelia I, p. 401; Syll. II, p. 218; Fungi italici Tab. 342) und Berlese (Icon. Fung., I, p. 100, Taf. 93, Fig. 3) rühren beide von dem Originalexemplare, von Montello 1878 »in ligno quercino« her. Da dieses von Saccardo in der Mycotheca Veneta Nr. 1359 ausgegeben wurde, konnte ich mich davon überzeugen, daß dasselbe alt und überreif ist. Seither ist aber der Pilz nicht mehr gefunden worden, ich finde ihn nirgends erwähnt. Daher sind die genannten Beschreibungen mangelhaft und sich widersprechend, wie der Vergleich derselben zeigt. Die Rathenower-Exemplare sind aber sehr gut entwickelt. Durch den Vergleich derselben mit dem Originalexemplar (dessen Sporen 27 bis 33 = 4 μ groß sind) überzeugte ich mich, daß beide identisch sind. Äußerlich gleichen sie sich vollkommen, die Unterschiede der Sporen beruhen auf dem verschiedenen Alter derselben.

Ich gebe im Folgenden eine richtige Beschreibung von *Zignoëlla dolichospora* Sacc. nach den gut entwickelten Rathenower-Exemplaren.

Perithecien etwas rauh, fast matt, mit glänzender Mündungspapille, aus dem eikugeligen oben etwas konisch, schwarz, kohlig, derbwandig, opak, fast stets zu mehreren botryös oder rasig verwachsen, 250 bis 300 μ groß. Paraphysen sehr zahlreich, fädig, 3 bis 4 μ dick, verschleimend und verklebend. Asci keulig, in der Mitte am breitesten, unten kurzknopfig gestielt, oben abgerundet, achtsporig, 110 bis 120 = 10 μ. Sporen zwei- bis dreireihig, hyalin, spindelförmig, beidendig lang scharf zugespitzt, reif mit 9 bis 10 Querwänden, 30 bis 33 = $3^1/_2$ bis 4 μ.

251. Über **Belonidium albo-cereum** Penz. et Sacc. **und B. fructigenum** P. Henn.

Vergleicht man die Diagnose von *B. albo-cereum* (Icon. Fung. Javan., 1904, p. 80, Taf. 54, Fig. 1) mit jener von *Belonidium basitrichum* Sacc. (Syll. Fung., VIII, p. 500, Fungi italici, Taf. 113), so erkennt man, wenn man von den *Helminthosporium*-Hyphen absieht, die, wie ich zeigen werde, gar nicht zu *B. basitrichum* gehören, daß offenbar beide Pilze mit einander identisch sind oder doch äußerst nahe miteinander verwandt.

Die beiden Diagnosen gleichen sich, sogar die Zahlenangaben, fast wörtlich. Nichtsdestoweniger wäre es aber mit Rücksicht auf die große Zahl von miteinander nahe verwandten Discomyceten bedenklich, auf Grund von fast stets Fehler aufweisenden Beschreibungen sichere Schlüsse zu ziehen. Indessen habe ich in Tjibodas einen Pilz gefunden, der zweifellos *B. albo-cereum* Penz. et Sacc. ist und andrerseits vor vier Jahren im Stubachtal (Salzburg) das *B. basitrichum* gefunden, so daß ich beide Arten miteinander vergleichen konnte. Meine Exemplare letzterer Art wuchsen in einem Rasen von *Helminthosporium fusiforme* Cda., mehrere Apothecien waren an der Basis, so wie dies Saccardo (F. ital., Taf. 113) abbildet, von *Helminthosporium*-Hyphen umgeben. Davon aber, daß diese dicken braunen Hyphen zum Discomyceten gehörten, konnte ich mich nicht überzeugen und schien mir dies höchst unwahrscheinlich. Entweder schmarotzt das *B. basitrichum* auf den Basalhyphen des *Helminthosporium* oder es wächst zufällig im Rasen des Hyphomyceten, oder deshalb in demselben, weil es da mehr und konstantere Feuchtigkeit findet als am nackten Holze. Letzteres ist am Wahrscheinlichsten.

Meine Exemplare von *B. albo-cereum* Penz. et Sacc. und *B. basitrichum* Sacc. stimmen nun spezifisch völlig miteinander überein, wie der direkte mikroskopische Vergleich zeigte. Der einzige Unterschied, der bemerkbar ist, ist der, daß die Sporen des javanischen Pilzes um 1 bis 2 μ breiter sind. Er ist offenbar besser gewachsen.

Jeder Zweifel wird aber gebrochen durch die Tatsache, daß beide Arten die höchst seltene Eigentümlichkeit gemeinsam haben, daß durch Jodlösung nur die Sporen und einzelne Partien des Excipulums hellblau gefärbt werden, während die Asci ganz ungefärbt bleiben.

B. albo-cereum und *B. basitrichum* sind daher derselbe Pilz. Der erstere Pilz (aus Tjibodas) wuchs auf morschem Bambusrohr an zwei Stellen. Die eine Stelle, an welcher er reichlich wuchs, zeigte keine Spur eines braunen Hyphomyceten, während er sehr spärlich an einer zweiten Stelle zwischen braunen steifen Hyphen wuchs. Auch Penzig und Saccardo erwähnen nichts von solchen bei ihrem Exemplare.

Daraus geht mit Sicherheit hervor, daß die braunen Hyphen gar nichts mit dem *Belonidium* zu tun haben, er wächst mit ihnen nur zufällig und nicht immer zusammen. Der unglückliche Umstand daß Saccardo's Beschreibung die Hyphen des braunen Hyphomyceten zu einem Bestandteil von *Belonidium basitrichum* machte, hat ihn selbst und Andere verhindert, den Pilz wieder zu erkennen. Daher ist letzterer mehrfach beschrieben worden. So ist *Belonidium Marchalianum* Sacc., Bomm et Rouss. (Syll. Fung., X, p. 27) offenbar derselbe Pilz, etwas üppiger und größer. Er wuchs auf morschem Fagusholz zwischen Hyphen von *Helminthosporium apiculatum*. Bemerkenswerter Weise ist *H. apiculatum* von *H. fusiforme* mit welchem zusammen ich mein Exemplar von *B. basitrichum* fand, kaum spezifisch verschieden. Eine Angabe über den Bau des Gehäuses fehlt bei *Belonidium Marchalianum*.

Ferner ist es möglich, daß *Belonidium minutissimum* Phillips non Batsch (Manuel of british Discomycetes, 1887, p. 149) nichts anderes als eine schlecht entwickelte Altersform von *B. basitrichum* ist. Der Pilz hat 4-septierte, 36 = 6 μ große Sporen, mit etwas bauchig angeschwollenen Gliedern. Sporen mit 4 Septen kommen bei kleinen Asci von *B. basitrichum* nicht selten vor. Die bauchige Form der Sporenzellen deutet auf Überreife hin. (S. d. Fragm. VII. Mitt.)

Peziza minutissima Batsch (Elench. Fung. Cont., I, Nr. 143, c. i.) scheint mir aber ein anderer Pilz zu sein, vielleicht irgend ein *Helotium*. Der Standort auf faulen Blättern ist auch

ein anderer. Berkeley und Broome (Annals of Nat. history, 1865, 15. Bd., p. 446) sagen zwar, daß beide Pilze unzweifelhaft identisch sind, doch ist ein Grund hiefür nicht angegeben. Hingegen könnte *Belonidium album* (Crouan) Sacc., Syll., VIII, p. 408, das an Haselnußzweigen in *Helminthosporium*-Rasen wächst, nach der Beschreibung zu *B. basitrichum* gehören.

Meine Vermutung, daß auch *Belonidium fructigenum* P. Henn. derselbe Pilz ist, konnte ich durch Untersuchung des Originalexemplares, das ich der Güte der Direktion des königl. botanischen Museums in Berlin verdanke, bestätigen. Es stimmt mikroskopisch und in der Jodreaktion vollkommen mit meinem Exemplare von *Belonioscypha basitricha* überein; von den Basalborsten wieder keine Spur.

Man sieht, daß der Pilz weit verbreitet ist und als Saprophyt auf beliebigen Pflanzenteilen vorkommt.

Was die Gattungszugehörigkeit des Pilzes anlangt, so können nur die drei Gattungen *Belonium, Belonidium* und *Belonioscypha* in Betracht kommen. Diese Gattungen werden von Saccardo und Boudier (Hist. et Classif. Discom. 1907) einerseits und Rehm andrerseits verschieden aufgefaßt. Da nur Rehm diese Gattungen genügend anatomisch charakterisiert hat, folge ich hier seiner Auffassung derselben.

Da der Pilz ganz faserig und nicht parenchymatisch ist, kann er nicht als *Belonidium* im Sinne Rehm's eingereiht werden. *Belonium* hat breit aufsitzende Ascomata und die Sporen ohne Schleimhülle. Unser Pilz hat aber unten verschmälerte (wenn auch nicht gestielte) Ascomata und anfänglich schleimumhüllte Sporen. Er paßt daher am besten in die Gattung *Belonioscypha*. Hierfür spricht auch das Verhalten des Pilzes gegen Jod, das in ganz gleicher Weise nur noch bei *Belonioscypha (Sclobelonium) melanospora* Rehm (Hysteriac. und Discomycet., p. 746) vorkommt, wie ich nachgewiesen habe (Annal. d. k. k. naturhist. Hofmus., Wien, XX, Heft 4, Ergebnisse einer Reise zum Erdschias Dagh, Pilze, Sep., p. 4).

Der Pilz hat zu heißen:

Belonioscypha basitricha (Sacc.) v. H.

Syn.: ? *Belonidium minutissimum* Phillips (von Batsch).
Belonidium basitrichum Sacc.

Belonidium Marchalianum Sacc. Bom. Rouss.
Belonidium albo-cereum Penz. et Sacc.
? Belonidium album (Crouan sub *Lecanidion*) Sacc.
Belonidium fructigenum P. Henn. (Monsunia I, p. 31).

Ascomata gesellig, manchmal zu 2 bis 3 verwachsend, aufsitzend, mit rundlicher schmaler brauner Basalmembran, frisch bläulich-milchweiß, trocken graulich oder olivengelbgrün, obkonisch, mit verschmälerter Basis sitzend, außen unten bräunlich, 350 μ breit, 200 bis 240 μ hoch. Rand dünn, etwas eingebogen. Excipulum dünn, aus parallelen 2 μ breiten Hyphen aufgebaut, innen farblos, außen ungefärbt bis blaß bräunlich, unten braun. Hypothecium undeutlich plektenchymatisch kleinzellig, 60 μ dick, unten (25 μ) braun, oben (35 μ) farblos. Paraphysen dünnfädig ($1^1/_2$ bis $2^1/_2$ μ), sehr zahlreich, verklebt, oben kaum verdickt, die Asci etwas überragend. Asci locker stehend, keulig, oben breiter, ganz oben konisch und an der Spitze 2 μ stark verdickt, ungestielt, 100 bis 140 ≃ 16 bis 20 μ, zwei- bis dreireihig-achtsporig. Sporen anfänglich mit zarter Schleimhülle, hyalin, länglich-zylindrisch, meist in der Mitte am dicksten, an den Enden verschmälert und stumpflich, durch Querwände meist in 8, seltener bis 10 meist gleichlange Zellen geteilt, 40 bis 51 ≃ 4 bis 6 (selten bis 8) μ. Jod färbt die Sporen so wie stellenweise das Excipulum blau.

An morschen Hölzern, häufig in Rasen von *Helminthosporium*-Arten mehrfach in Europa (Deutschland, Belgien, Salzburg); an morschen Hölzern und auf Bambusrohr in Java, Tjibodas (Penzig, v. Höhnel) und morschen Früchten von *Cedrela serrulata* (E. Nyman) Java.

252. Lasiobelonium globulare n. sp.

Ascomata herdenweise, mit stark verschmälerter Basis aufsitzend, anfänglich kugelig und geschlossen, dann sich oben rundlich öffnend und schalenförmig wenig ausgebreitet, mit kleinem ocker-orangegelben Discus, etwa $^1/_2$ *mm* breit und etwas niedriger, außen und am eingebogenen Rande weiß und von dünnwandigen, hyalinen, sehr feinkörnig punktierten, oben meist nicht verbreiterten, septierten, unten glatten und bis 5 μ, oben 3 μ breiten, 70 bis 120 μ langen Haaren dicht weißwollig-

filzig. Aufbau faserig. Paraphysen kaum vorragend, septiert, steif-dünnfädig, oben spitzlich und nicht verbreitert, 2 μ breit. Asci nicht gestielt, dickkeulig, oben etwas abgestutzt-abgerundet und kaum konisch, achtsporig, 100 bis 110 = 13 bis 14 μ. Sporen hyalin, zwei- bis dreireihig, spindelförmig gerade, in der Mitte am breitesten, beidendig spitz, mit 5 bis 8 Querwänden, 40 bis 60 = 5 bis $5^1/_2$ μ. Jod färbt die Asci besonders oben sehr blaß blau und den Porus dunkelblau.

An morschen Blattscheiden von *Bambusa*. Botanischer Garten von Buitenzorg, Java.

An den vorliegenden reife Sporen aufweisenden Exemplaren ist die Fruchtscheibe nur wenig bloßgelegt und daher stark konkav. Es ist aber wahrscheinlich, daß der weiter entwickelte Pilz eine mehr freigelegte Fruchtscheibe zeigen wird. Der Pilz erinnert ganz an *Erinella* (sensu Saccardo), kann aber wegen den breiten spindelförmigen Sporen nur als *Lasiobelonium* aufgefaßt werden. In dieser und den verwandten Gattungen erscheint derselbe nicht beschrieben.

Hypothecium und Epithecium sind verhältnismäßig dick und gut entwickelt. Die Sporen sind an den Querwänden nicht eingeschnürt.

253. Helotium (Calycella) griseolum n. sp.

Ascomata dicht herdenweise, oft zu mehreren verwachsend, 400 bis 500 μ breit, mit hellerer oder dunklerer grauer flacher Scheibe, außen graulich, nach abwärts dunkler, mit einem schwärzlichen 200 bis 250 μ langen, 100 bis 150 μ breiten festen Stiel. Aufbau prismatisch-faserig, Hypothecium dick, Gewebe dicht und fest. Excipulum außen von 20 bis 25 μ langen, dünnwandigen, glatten, bis 6 μ keulig angeschwollenen Hyphenenden kurzwollig-rauh. Paraphysen dünnfädig, oben nicht verdickt. Asci keulig, langstielig, 65 bis 68 = 5 bis 6 μ, dünnwandig, achtsporig.

Sporen ein- bis zweireihig, hyalin, einzellig, länglich-elliptisch, spitz oder stumpflich, 5 bis 6 = 1·5 bis 2 μ. Jod färbt den Ascus-Porus blau.

Auf der Porenschichte von altem *Polyporus concrescens* Mont. Tjibodas, Java 1908.

Eine kleine Form, die in den Gattungen *Helotium*, *Phialea*, *Dasyscypha*, *Trichopeziza* nicht beschrieben erscheint. Die Fruchtscheibe ist derb, scharfrandig und nicht eingerollt, stets flach.

254. Helotium obconicum n. sp.

Ascomata zerstreut, selten zu zwei gebüschelt, verkehrt kegelförmig-turbinat, mit konkaver Scheibe, unten kurz und dickkegelig verschmälert, blaß wachsgelb mit etwas dunklerer Scheibe, 2 bis $2^1/_2$ *mm* breit, 1·5 bis 2 *mm* hoch, mit stumpflichem, dicklichem, aufrechtem, trocken etwas eingebogenem Rande. Excipulum, oben nicht vortretend, zirka 50 μ dick, aus zahlreichen Lagen von 2 μ dicken parallelen Hyphen bestehend, nach abwärts allmählich sehr dick werdend, aus 4 bis 5 μ dicken Hyphen prismatisch-faserig aufgebaut, Hyphen außen hie und da haarartig abstehend. Haare zartwandig, glatt, hyalin, 4 bis 5 μ breit, oben keulig bis 7 μ verdickt, septiert, bis zirka 70 μ lang, manchmal gebüschelt, Hymenium 150 μ dick, unten ganz allmählich in eine aus senkrecht stehenden, lockerparallelen Hyphen bestehende, 160 μ dicke Schichte übergehend und daher unten nicht scharf begrenzt. Das darunter liegende fast 1 *mm* dicke Gewebe des Hypotheciums locker schwammig, plektenchymatisch. Paraphysen die Asci gleichmäßig um 8 bis 10 μ überragend, fädig, $1^1/_2$ μ dick, oben sehr wenig verdickt und stumpf. Asci zylindrisch-keulig, oben etwas verschmälert und quer abgestumpft, unten allmählich in einen kurzen dicken Stiel übergehend, 125 bis 140 = 11 bis 12 μ, achtsporig. Sporen meist $1^1/_2$ reihig, hyalin, elliptisch-spindelförmig, an den Enden stumpflich oder spitzlich, meist mit zwei großen Öltropfen, dünnwandig, einzellig, 17 bis 24 = 6 bis 7 μ. Jod färbt den Ascus-Porus blau.

An hartem, faulem, am Boden liegenden Holz, Tjibodas, Java.

Ist eine eigentümliche durch den Bau des Gehäuses an *Sarcoscypha* gemahnende Form, den Sporen und Asci aber der Gattung *Helotium* entsprechend. Besser würde die Art vielleicht in die Gattung *Pseudohelotium* Fuckel passen, allein diese ist

nicht genügend charakterisiert, enthält heterogene Elemente und wird mit Recht von Rehm nicht anerkannt.

Der Pilz ist trocken außen unregelmäßig längsrunzelig und zeigt eine bräunliche Randzone. Der Stiel ist mehr ockergelb und an der Basis manchmal scheibig erweitert. Derselbe ist jedenfalls eine Übergangsform, deren richtige Stellung bei der verworrenen Gattungssynonymik der kleineren Discomyceten heute nicht festzustellen ist.

Ein anscheinend damit sehr verwandter Pilz scheint das brasilianische *Helotium subturbinatum* P. Henn. (Hedwigia 1897, p. 233) zu sein.

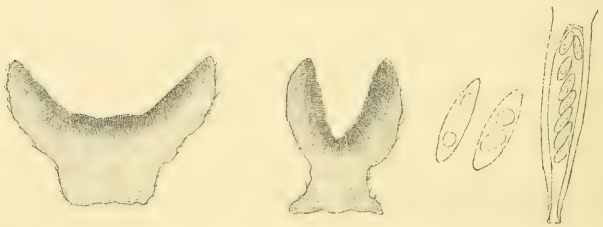


Fig. 25. *Helotium obconicum* v. H.

Zwei Medianschnitte (10/1); ein Ascus mit Paraphysen (250/1); zwei Sporen (700/1).

255. Über Phialea grisella Rehm und Dasyscypha Carestiana (Rbh.).

Phialea grisella Rehm gehört nicht in die Gattung *Phialea*, da sie nicht rein faserig aufgebaut ist, sondern eine textura prismatica des Excipulums (Starbäck, Discomycetenstudien, Bihang sv. Vet.-Ak. handl. 21. Bd., Afd. III, Nr. 5, p. 29) besitzt und überdies mit ziemlich langen, dünnwandigen Haaren, sowohl außen als am Apothecienrande besetzt ist. Sie wird daher von Saccardo (Syll. VIII, p. 467) zu *Dasyscypha* gestellt. Allein sie ist auch keine echte *Dasyscypha*, da diese Gattung einen rein faserigen Aufbau besitzt. Auch zu *Ctenoscypha* Starb. kann sie nicht gestellt werden, da diese Gattung außen

kahle und nur am Apothecienrande mit einigen Reihen von Haaren besetzte Pilze umfaßt.

Es gibt eine ganze Reihe von meist sehr kleinen Discomyceten, die sich im Aufbau und in der Behaarung ganz so wie *Phialea grisella* verhalten; sie sind jetzt vornehmlich in den Gattungen *Pezizella* und *Dasyscypha* untergebracht. Es sind Übergangsformen zwischen diesen beiden Gattungen und es wird sich die Notwendigkeit herausstellen, für diese bis jetzt meist unrichtig beschriebenen und nur provisorisch eingereihten Formen, deren Bestimmung daher die größten Schwierigkeiten macht, eine neue Gattung aufzustellen. Dies könnte jedoch nur auf Grund erneuter sorgfältiger Untersuchung aller in Frage kommenden Arten geschehen.

Vergleicht man die Beschreibung von *Phialea grisella* mit jener von *Dasyscypha Carestiana* (Rbh.), so möchte man meinen, daß diese zwei Arten einander sehr ähnlich sein müssen. Der Vergleich derselben zeigte mir aber, daß dies nicht der Fall ist. *Dasyscypha Carestiana* ist ganz mit eingebogenen, bis zum Verschwinden des Lumens verdickten Haaren bedeckt; nur an der Basis der Haare findet sich ein offenes Lumen. Daher gehört diese Art in die von mir aufgestellte Gattung *Unguicularia* (Ann. mycol. 1905, p. 404).

In diese Gattung gehören nun 5 Arten:

1. *U. unguiculata* v. H. (Ann. myc., 1905, p. 405).

2. *U. scrupulosa* (Karst.) v. H. in Rehm, Discom. sub *Pezizella*.

3. *U. Galii* (Mouton) v. H. (diese Berichte 1906, Bd. 115, Abt. I, p. 1278).

4. *U. Carestiana* (Rbh.) v. H. in Rehm, Discom. sub *Dasyscypha*.

5. *U. hamulata* (Rehm) in Rehm, Discom. sub *Mollisia*.

Letztere Art reihe ich auf Grund eines Originalexemplares von *Mollisia hamulata*, das ich Herrn Dr. Rehm verdanke, ein. Dasselbe ist aber alt und gehört der Pilz vielleicht zu *Unguiculella*.

256. Über Arenaea javanica Penz. u. Sacc.

In Tjibodas fand ich an morschen Blattstielen von *Plectocomia* sp. (Calamaee) einen Discomyceten, der zwar

nicht sehr gut zu Beschreibung und Abbildung von *Arenaea javanica* Penz. und Sacc. (Icon. Fung. javanic., p. 77, Taf. 51, Fig. 3) stimmt, sicher aber dieser Pilz ist. Abgesehen davon, daß die mikroskopischen Angaben mit meinen Befunden gut übereinstimmen, sind auch Standort und Nährpflanze dieselben.

Die beiden Autoren betrachten die Gattung *Arenaea* als mit *Pirottaea* nahe verwandt. Dieselbe ist jedoch nichts anderes als eine ganz typische *Dasyscypha,* deren Fruchtscheibe durch vom Rande hineinwachsende Falten geteilt wird. Jüngere Exemplare zeigen die Eigentümlichkeit der Fruchtscheibe gar nicht und sind von *Dasyscypha* nicht zu unterscheiden. Es ist mir daher zweifelhaft, ob die Aufstellung der neuen Gattung gerechtfertigt ist. Betrachtet man freilich die zitierte Fig. 3 und die Fig. 4, so gewinnt man den Eindruck, daß hier etwas Besonderes vorliegt, allein diese Figuren sind nicht ganz richtig und übertreiben den richtigen Sachverhalt. Ich kann daher die Gattung *Arenaea* nur als Sektion von *Dasyscypha* gelten lassen.

Die Originalbeschreibung von *Arenaea javanica* ist zum größten Teil richtig. Nur die Angabe, daß der Pilz olivenbraun (nach der Abbildung gelb) ist, ist nicht richtig und beruht offenbar auf alten oder schlecht konservierten Exemplaren.

Junge, unreife, frische Stücke sind dunkelgrünblau, sehr bald wird aber der Pilz gelblich-aschgrau. Selbst an älteren Stücken kann man die ursprünglich blaue Färbung noch mikroskopisch am Stiele nachweisen. Der Pilz wächst auf der glatten Epidermis der Blattstiele von *Plectocomia* sp. in großer Menge in dichten Herden, die oft 10 *cm* lang sind. Die Epidermis wird durch den Pilz lebhaft grünblau gefärbt, er sitzt daher nur auf blauen großen Flecken, die sich später schmutzig olivenblaugrün verfärben.

Hierdurch erinnert er an *Chlorosplenium.* Der Stiel des Pilzes ist später schwarz. Der ganze Pilz ist äußerst brüchig. Die dichtstehenden ursprünglich schön dunkel grünlich-blauen, steifen, 50 bis 60 = 3 bis 4 μ großen, derbwandigen, zylindrischen Haare sind anfänglich von dichtstehenden blauen spitzen Stachelchen rauh. Sie werden später glätter und sind

sehr brüchig, sie zerbrechen leicht in kurze Stücke. Später nehmen die Haare eine schmutzig olivenbraune Färbung an.

Jod blaut den Ascus-Porus sehr schwach, aber deutlich.

257. Dasyscyphella dificillima n. sp.

Ascomata einzeln oder zu wenigen büschelig, kaum gestielt, mit stark verschmälerter Basis aufsitzend, $^1/_2$ bis 1 *mm* breit, flach-schüsselförmig, mit schwach eingebogenem Rande, außen und am Rande dichtweißwollig filzig von glatten oder sehr feinkörnig rauhen, hyalinen, zartwandigen, verbogenen, 60 bis 80 = 3 μ großen Haaren. Aufbau rein faserig. Scheibe blaß orangegelb. Paraphysen kaum vorragend, steif-dünnfädig, septiert, oben spitzlich und nicht verbreitert, 2 bis $2^1/_2$ μ dick. Asci zylindrisch-keulig, oben stumpflich-kegelig, unten allmählich in einen 20 bis 40 μ langen Stiel verschmälert, 130 bis 140 = 12, achtsporig; Sporen mehrreihig, gerade oder schwach gekrümmt, zylindrisch-fadenförmig, unten etwas dicker, beidendig stumpflich, mit 7 bis 13 Querwänden, 60 bis 115 = $2^1/_2$ bis 3. Jod färbt den Ascus-Porus blau und verrät viel Glykogen in den Schläuchen.

An morschen Blattscheiden von *Bambusa*. Botanischer Garten von Buitenzorg, Java.

In den Tropen treten eine große Zahl von als *Erinella* eingereihten Pilzen auf, die mit den gewöhnlichen europäischen *Dasyscypha*-Arten äußerlich viel Ähnlichkeit zeigen. Die Gattung *Erinella* wird jedoch von Boudier, Rehm und Saccardo ganz verschieden aufgefaßt. Bei Boudier und Rehm hat *Erinella* lanzettförmige Paraphysen, bei Saccardo nicht. Die meisten der von verschiedenen Autoren beschriebenen tropischen *Erinella*-Arten haben fädige Paraphysen. Allerdings sind diese Paraphysen steif, spitz und oben nicht verdickt. Sie bilden einen Übergang zu den lanzettförmigen. Für diese Formen hat Tranzschel die Gattung *Dasyscyphella* aufgestellt, welche den Bau von *Dasyscypha* (Rehm non Boudier), aber fädige Sporen hat. In diese Gattung gehören viele bisher als *Erinella*-Arten eingereihte tropische Formen.

Die beschriebene Art ist mit *E. simillima* (B. und Br.) Sacc. (Syll. VIII, 507), *calospora* Pat. et Gaill. (Syll. VIII,

507); *tjibodensis* P. Henn. (Monsunia I, p. 32) und *disciformis* P. Henn. sehr nahe verwandt.

258. Erinella javensis n. sp.

Apothecien herdenweise, gestielt, aus dem kugeligen schüsselförmig ausgebreitet, 1 bis $1^1/_2$ *mm* breit, außen weiß, Scheibe blaß dottergelb. Stiel 0·5 *mm* lang, 180 bis 200 μ dick, weiß, sowie das Excipulum parallelfaserig aufgebaut und samt diesem außen mit einem aus hyalinen, septierten, rauhen, dünnwandigen, bis 80 μ langen und 3 bis 4 μ breiten, an den Enden meist nicht verbreiterten Haaren bestehenden Filz bedeckt. Apothecienrand von rundlich-angeschwollenen Hyphenenden rauh, etwas eingebogen. Hypothecium luftreich, locker plektenchymatisch aus 2 bis 3 μ dicken hyalinen Hyphen aufgebaut. Paraphysen steiffädig-lanzettlich, oben scharfspitz, etwas die Asci überragend, in der Mitte 2 bis 4 μ dick. Asci zylindrisch-keulig, oben stumpflich, 64 = 5·5 μ. Sporen zu 8, mehrreihig liegend, meist gerade, nadelförmig, beidendig scharf spitz, mit homogenem glänzenden Inhalt, scheinbar einzellig, tatsächlich durch 10 bis 15 zarte Querwände geteilt, 16 bis 23 = 1·6 bis 2 μ. Jod färbt den Schlauchporus blau.

An dünnen dürren Zweigen im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Der Pilz sieht äußerlich der *Dasyscypha calyciformis* ganz ähnlich. Seine richtige Einreihung ist schwierig, da die Paraphysen meist nicht deutlich lanzettlich sind, indessen überragen die besser entwickelten die Asci wesentlich und sind scharf zugespitzt und wird daher der Pilz richtig als Lachnee eingereiht. Die Sporen erscheinen in Wasser deutlich einzellig, nach Kochen in verdünntem Glyzerin sind sie jedoch meist deutlich dicht septiert, der Pilz ist daher eine *Erinella*.

Die den Stiel und das Excipulum bedeckenden Haare sind filzartig verwebt und stehen nur zum Teile ab. Der Apothecienrand ist nicht behaart.

Nahe verwandte aber sicher verschiedene Formen sind *Erinella longispora* Karst. und *E. javanica* P. Henn. Ich habe den Pilz auch in den Gattungen *Dasyscypha, Trichopeziza* und *Lachnum* vergeblich gesucht. Strenge genommen ist die

Erinella javensis eine die Gattungen *Dasyscypha, Dasyscyphella* und *Erinella* verbindende Form.

259. Sarcoscypha javensis n. sp.

Ascomata weichfleischig, meist zu wenigen gebüschelt, 3 bis 4 *mm* breit, schalenförmig, in einen $^1/_2$ bis 1 *mm* langen Stiel verschmälert, Scheibe hellkarminrot, außen glatt oder etwas längsrunzelig, heller rötlich bis weißlich. Hypothecium 300 bis 350 μ dick, plektenchymatisch-faserig, Excipulum quer abgestumpft berandet, 180 μ dick, aus dünnen, parallelen Hyphen bestehend. Paraphysen fädig, unten ein- bis zweimal verzweigt, steif, 1·5 μ dick, oben nicht verbreitert. Asci zylindrisch, 230 ≈ 10 μ, achtsporig. Sporen gerade einreihig, zylindrisch-elliptisch, beidendig meist abgestumpft, ohne Öltropfen 16 bis 23 ≈ 8 μ. Jod gibt keine Blaufärbung.

An morschem Holze, Urwald von Tjibodas, Java.

Rehm (Discomyc. und Hyst., p. 1070) gibt bei *Sarcoscypha* an, daß der Gehäusebau parenchymatisch ist. Allein die typische Art *S. coccinea* hat einen faserigen Aufbau und das Excipulum besteht gegen den Rand hin aus parallelen Hyphen, genau so wie bei der neubeschriebenen javanischen Art, die, wie der mikroskopische Vergleich zeigt, der *S. coccinea* sogar nahe verwandt ist. Die Sporengröße und Sporenform letzterer Art wechselt sehr und stellen die von mir in Österreich und Bosnien gesammelten Stücke Übergänge zu der var. *jurana* Boud. dar, die meiner Ansicht nach nur eine weniger üppig entwickelte Form von *S. coccinea* ist.

Sarcoscypha pusio B. et C. dürfte der *S. javensis* am nächsten stehen.

260. Pustularia sundaica n. sp.

Ascomata fleischig, aus dem kugeligen schalenförmig, bis über 4 *cm* breit und 3 *cm* hoch, ziemlich dünn, einfärbig graugelblich oder blaß ledergraugelblich, außen kahl, unten in einen kurzen (3 bis 5 *mm*), dicken, stark gerippten, etwas feinkörnig-pruinaten, zum Teil im Boden eingesenkten Stiel verschmälert. Gewebe grobzellig parenchymatisch. Asci zylindrisch, 200 bis

260 = 14 μ, mit Deckel sich öffnend. Paraphysen fädig, oben etwas keulig verdickt.

Sporen zu acht oben im Schlauche einreihig, hyalin, glatt, elliptisch, 14 bis 15 = 9 bis 9·5 μ. Jod färbt die Asci besonders oben stark blau.

Am Boden im Urwald von Tjibodas.

Da der Pilz unten kurz stielartig verschmälert ist und sich die Schläuche mit Jod blau färben, ist er eine echte *Pustularia* im Sinne Rehm's. Er ist unter allen genauer beschriebenen Pezizen unzweifelhaft am nächsten mit *Pustularia varia* (Hedw.) im Sinne Bresadola's (Fungi trident., II, p. 75, wo die Synonymie) verwandt und unterscheidet sich davon hauptsächlich dadurch, daß er außen nicht weiß-schuppig-kleiig, sondern glatt und bräunlich ist. Mikroskopisch stimmt er fast völlig mit *P. varia* überein, die auch die gleiche Jodreaktion aufweist.

Ähnliche Pilze scheinen *Peziza Drummondii* Berk. und *Pustularia sibirica* Karst. zu sein.

Die Rippen des Stieles erstrecken sich etwas auf das Excipulum, wodurch sich der Pilz *Discina* und *Acetabula* nähert, deren Asci sich aber mit Jod nicht färben.

261. Lachnea folliculata n. sp.

Ascomata schüsselförmig ausgebreitet, außen rotbraun, mit schmutzig mennigroter Fruchtscheibe, 0·5 bis 3 *cm* breit, fleischig, großzellig-parenchymatisch. Borsten durchscheinend rotbraun, außen kürzer und stumpf; am Rande mehrere Reihen von bis 1·3 *mm* langen, spitzen (aber nicht scharf zugespitzten), oben 20 μ, unten 40 bis 48 μ dicken, mit bis 9 μ dicker Membran und 20 bis 25 dünnen Querwänden versehenen Borsten, die an der Basis oft einige wurzelartige Fortsätze zeigen. Paraphysen zahlreich, außen stark verschleimend (daher in einen hyalinen Schleim eingebettet), 2 bis 3 μ dick, oben keulig, hyalin bis 9 μ dick. Asci zylindrisch, unten allmählich stielartig zulaufend, 250 bis 280 = 16 μ, achtsporig. Sporen schief einreihig, hyalin, elliptisch, unregelmäßig grobwarzig (Warzen 2 μ breit), 24 bis 25 = 13 bis 16 μ groß, in einer spindelförmigen, beidendig

spitzen, seitlich fest anliegenden, an beiden Enden in Form eines kegelförmigen Anhängsels sichtbaren Follikel eingeschlossen. Sporen samt Follikel bis 50 μ lang. Jod gibt keine Blaufärbung.

An nassen Brettern, Tjibodas, Java.

P. Hennings hat (Monsunia, I, p. 35) zwei *Lachnea*-Arten aus Tjibodas beschrieben, welche, so wie die vorliegende Art, warzige Sporen mit konischen Anhängseln besitzen. Es sind dies *Lachnea appendiculata* und *L. Fleischeriana*. Diese Arten sollen 18 bis 20, respektive 16 bis 19 μ breite Sporen haben. Wenn diese Angaben richtig sind, so wird die beschriebene Art von beiden verschieden sein. Indessen ist es höchst auffallend, daß bisher anderswo *Lachnea*-Arten mit derartig gebauten Sporen nicht gefunden wurden. Ich halte es daher nicht für unmöglich, daß diese drei Arten in den Formenkreis einer gehören.

Der Sporenbau dieser Formen ist ein ganz eigenartiger. Der Anlage nach sind die Sporen elliptisch. Um dieselben scheint sich eine spindelförmige Protoplasmamasse zu lagern, die sich später membranartig nach außen abgrenzt und deren Substanz zum Aufbau der durch Apposition entstehenden Sporenwarzen verbraucht wird, so daß schließlich nur ein spindelförmiger, dünnhäutiger Sack (Follikel) übrig bleibt, der an den Sporenenden in Form konischer, spitzer, leerer Fortsätze zu sehen ist.

262. **Aleurina subapiculata** n. sp.

Ascomata vereinzelt, schüsselförmig, breit angewachsen, mit aufgebogenem, verkrümmten Rand, 5 bis 7 *mm* breit, 400 bis 450 μ dick, aus dem Dunkelolivenbraunen schwärzlich, einfärbig, außen kahl, etwas rauh; Excipulum großzellig parenchymatisch, 200 μ dick. Paraphysen fädig, 1½ bis 2 μ dick, oben keulig, 6 bis 9 μ stark verbreitert und bräunlich. Asci zylindrisch, 270 = 12 μ, achtsporig; Sporen schief einreihig, sich etwas deckend, elliptisch, nach beiden Enden etwas verschmälert, daselbst spitzlich und mit aufgesetzter hyaliner, 2 μ langer Stachelspitze, blaßbräunlich, mit zwei Öltröpfchen, feinkörnig rauh, 18 bis 22 ≈ 8 bis 9·5 μ.

An der Innenseite sehr morscher Rindenstücke, Tjibodas, Java, 1908.

Die Art ist mit *A. ochracea* (M. et Rodw.), insbesondere aber mit *A. apiculata* Cooke verwandt, ja möglicherweise ist es nur eine Form der letzteren Art. Die beiden Beschreibungen dieser Art (in Michelia, I, p. 71, und Cooke, Mycograph., Taf. 79, Fig. 305) stimmen nicht gut überein, obwohl sie von denselben Exemplaren herrühren. Doch scheinen die Sporen größer zu sein und die Paraphysen oben nicht verbreitert. Möglicherweise beruhen diese Unterschiede nur auf mangelhafter Beobachtung. *A. apiculata* ist bisher nur aus Italien bekannt.

263. Über Psilopezia Fleischeriana P. H. et E. Nym.

An stark vermorschten Baumstämmen im Walde von Tjibodas (Java) fand ich eine *Psilopezia* Berk. (1847) = *Peltidium* Kalchb. (1862) (siehe Rehm, Mitt. Nr. 34 d. bayr. Bot. Ges. 1904) mit elliptischen, nach beiden Enden etwas verschmälerten, an den Enden aber stumpfen, meist mit zwei großen Öltropfen versehenen, 28 bis 30 = 13 bis 16 μ großen Sporen, welche ich trotz einiger Abweichungen für die obige Art halte. Es heißt zwar in der Originaldiagnose (Monsunia, I, p. 35), daß die Scheibe des Pilzes gelbbraun ist, während meine Exemplare frisch fast umbrabraun waren, allein die Paraphysenenden werden als dunkelbraun beschrieben, was auf eine dunkelgefärbte Fruchtscheibe hinweist. Die Sporen werden mit 20 bis 28 = 16 bis 18 μ etwas kürzer und breiter beschrieben, allein abgesehen von der Unverläßlichkeit der Hennings'schen Beschreibungen, sind die Sporengrößen und -formen bei den Discomyceten nicht absolut konstant. Da nicht anzunehmen ist, daß zwei so äußerst nahe miteinander verwandte Pilze nebeneinander am gleichen Standort vorkommen, so kann ich dieselben nur als spezifisch gleich betrachten.

Es ist nun von Interesse, daß ich 1907 von Frau Professor v. Demelius einen bei Unter-Waltersdorf in Niederösterreich an sehr feuchtliegendem, mit Erde überzogenem Holz gesammelten Pilz erhielt, der äußerlich von meinem Pilze aus

Java nicht zu unterscheiden ist. Mikroskopisch zeigt sich nur der Unterschied, daß die Sporen mit 25 bis 28 ≃ 14 bis 16 μ Größe relativ sehr wenig breiter sind. Derartige kleine Abweichungen können nicht als spezifische Merkmale betrachtet werden, es ist mir daher nicht zweifelhaft, daß der Javapilz mit dem niederösterreichischen identisch ist. Der letztere ist nun zweifellos *Psilopezia tremellosa* Hazsl.

Es sind aber noch andere *Psilopezia*-Arten beschrieben worden, die von dieser Art nicht oder kaum spezifisch verschieden sind. So *Ps. Pauli* P. Henn. nach Rehm. Vermutlich ist *Peziza hydrophila* Peck (Syll. F. VIII, p. 141) der gleiche Pilz. *Psilopezia Möllerіana* P. Henn. scheint auch kaum verschieden zu sein.

Offenbar handelt es sich in *Psilopezia tremellosa* Hazsl. um einen weitverbreiteten Pilz, der, wenn obige Angaben richtig sind, nicht nur in Europa, sondern auch in Nord- und Südamerika und auf Java vorkommt.

Neben den obgenannten Pilzen können als *Psilopezia*-Arten noch folgende gelten: *Peziza aquatica* (Lam. et DC.) nach Rehm, l. c.; *Peltidium Oocardii* Kalchbr. (nach Rehm, l. c., und Lindau, in Ascherson's Festschrift, 1904, p. 482); *Fleischhackia rhizinoides* Rabh. (nach Rehm); *Psilopezia Babingtonii* Berk. (welche nach Rehm mit dem vorstehenden Pilze vielleicht identisch ist); *Ps. Nummularia* Berk., für welche das gleiche gilt; *Ps. flavida* Berk. et Curt.; *Ps. trachyspora* E. et Ev. (Zugehörigkeit meiner Ansicht nach zweifelhaft); *Ps. juruensis* P. Henn.

Einige andere in Saccardo's Sylloge als *Psilopezia* angeführte Arten scheinen mir nicht dazu zu gehören.

Rehm (Hysteriac. und Discomyc., p. 1138) meint, daß *Psilopezia aurantiaca* Gillet. (Discom. franç., p. 28, Taf. 30) mit *Ps. flavida* B. et C. identisch ist. Allein bei ersterer Art sind die Asci breit und liegen die Sporen zweireihig, was bei letzterer nicht zutrifft. Mir scheint die Gillet'sche Pflanze zu *Haematomyces* Berk. zu gehören.

Psilopezia myrothecioides B. et Br. ist nach der Abbildung (Annals of nat. hist., IV, Ser. XV, 1875, p. 39, Taf. II, Fig. 5) meiner Ansicht nach eine *Pezizeae* zweifelhafter Stellung.

Ps. xylogena Sacc. (Syll. XIV, 753) halte ich eher für eine *Haematomyces*.

Ps. mirabilis B. et Curtis (Journ. Linn. Soc. 1868, X, p. 364) ist sicher ein Basidiomycet, vermutlich ein *Aleurodiscus* oder ein damit verwandter Pilz. (Siehe diese Fragmente 1909, VII. Mitteilung.)

Eine andere Discomycetengattung mit unberandeter Fruchtscheibe ist *Haematomyces* Berk. (Journ. Linn. Soc. 1873, XIV, p. 108). Diese Gattung scheint mir eine unberandete *Ombrophila* zu sein. Vermutlich werden jene *Psilopezia*-Arten, welche lebhaft gefärbt sind *(flavida; aurantiaca, xylogena, aquatica)*, besser als *Haematomyces*-Arten betrachtet werden müssen.

Zu dieser Gattung gehört zweifellos auch *Pezizella orbilioides* Feltgen (Vorstud. Pilzflora von Luxemburg, III. Nachtr., p. 53), welche ich früher (diese Sitzungsber., Bd. 115, Abt. I, p. 1283) als *Ombrophila* bezeichnet habe; er hat nun *Haematomyces orbilioides* (Feltg.) v. H. zu heißen. Er paßt vortrefflich in diese Gattung.

264. Über die Gattung Ackermannia Patouillard.

In Nr. 174 dieser Fragmente (siehe diese Sitzungsber., Oktober 1908) beschrieb ich den Pilz *Sphaerocreas javanicum*. Seither fand ich, daß 1902 Patouillard (Bull. soc. Myc. France, XVIII, p. 180) zwei Pilze aus Martinique beschrieben hat, die offenbar ebenfalls in die Endogonaceengattung *Sphaerocreas* gehören. Wenn ich dies nicht seinerzeit gleich erkannte, so liegt dies daran, daß Patouillard die Fruchtkörper irrig als Perithecien beschreibt, das sie durchaus nicht sind. Erst ein näheres Studium seiner Angaben und Abbildungen zeigte mir, daß er offenbar *Sphaerocreas*-Formen vor sich hatte. Da ihm unbekannt war, daß die bisherige Tuberculariee *Sphaerocreas pubescens* Sacc. et Ell. (Syll. F., IV, p. 679, sub *Stigmatella*) generisch dieselbe Form ist, stellte er die neue Gattung *Ackermannia* auf.

Diese ist aber dem Baue nach vollkommen gleich *Sphaerocreas*. Diese Gattung enthält nun vier Arten, die, soweit sich

aus den Diagnosen ersehen läßt, voneinander gut verschieden sind.

Sphaerocreas Sacc. et Ellis, Michelia, II, p. 582. Char. emend. v. Höhnel.

Endogonaceae Fruchtkörper rundlich, klein, schließlich hart, meist zu mehreren bis vielen miteinander verwachsen, anfänglich oder dauernd in eine lockere Mycelmasse eingebettet, aus unregelmäßig verflochtenen, septierten Hyphen gebildet; Asci durch Anschwellung von Hyphenenden entstehend, groß, eiförmig, derbwandig, nebeneinander radial in einer Kugelzone unter der Oberfläche der Fruchtkörper angeordnet. Sporenbildung unbekannt.

Syn.: *Stigmatella* Saccardo non Berk. et Curtis.
Ackermannia Patouillard, l. c.

Arten:

1. *Sphaerocreas pubescens* Sacc. et Ellis, l. c. (1882).
2. *Sph. Dussi* (Pat.) v. H.; Patouillard, l. c. (1902).
3. *Sph. coccogenum* (Pat.) v. H.; ebenda (1902).
4. *Sph. javanicum* v. H., l. c. (1908).

265. Über Sphaeria Coronillae Desm.

Dieser in Ann. scienc. nat. (Botanique), 1840, XIII (5. Not.), p. 188, beschriebene Pilz ist in Desmazières, Pl. crypt. de France, Ed. I, Nr. 1279, ausgegeben. Die Untersuchung des Pilzes, der in Sacc. Syll., I, p. 642, ohne Diagnose als Nebenfruchtform von *Diaporthe (Euporthe) Coronillae* (Desm.) Sacc. angeführt ist, ergab, daß es eine Sphaeropsidee ist, die oben schließlich sich weit öffnet und auf kurzen Stielen hyaline, elliptische, bis fast zylindrische, meist 12 bis 14 × 6, selten bis 20 × 8 μ große Sporen bildet.

Das Desmazières'sche Originalexemplar ist vollkommen identisch mit der von mir (diese Sitzungsber., Bd. 111, Abt. I, p. 1024) 1902 beschriebenen *Dothichiza Coronillae*. Auch mein Pilz zeigt meist nur 12 bis 16 × 6 bis 7 μ große Sporen und nur ausnahmsweise größere.

Er muß *Dothichiza Coronillae* (Desm.) v. H. genannt werden. *Phoma Coronillae* West. Exs. Nr. 966 (Sacc. Syll., III, p. 67) wird davon verschieden sein.

266. Sphaeronema grandisporum n. sp.

Pycniden zerstreut, oberflächlich, schwarz, schwarzbraun-derbhäutig, kugelig, kahl, 200 μ breit, mit geradem oder schwach gekrümmtem, stumpfem, 100 = 45 bis 55 μ großem Schnabel. Gewebe der Pycnidenwandung polyedrisch-zellig, Zellen 5 bis 6 μ breit. Sporenträger fädig, zwei- bis dreimal so lang als die Sporen. Sporen hyalin, elliptisch oder länglich-zylindrisch, beidendig abgerundet, derbwandig, mit reichlichem, grobkörnigen Inhalt, 22 bis 25 = 13 bis 14 μ. Zwischen den Sporenträgern stehen paraphysenartige Fäden.

An morschem Holz bei Buitenzorg, Java.

Ist von den wenigen genauer bekannten großsporigen *Sphaeronema*-Arten völlig verschieden. *Sph. macrosporum* Syd. dürfte eher eine *Rhabdospora* sein. *Sph. sphaeropsideum* E. et Ev. (Sporen 12 bis 20 = 6 bis 8 μ); *tenuirostre* Cook. (Sporen 21 = 5 μ); *acerinum* Peck (Sporen 15 bis 20 = 4 bis 5 μ); *pruinosum* B. et C. mit oblongen Sporen, 17 bis 25 μ, hat zylindrische Pycniden (*Glutinium?*); *Robiniae* B. et C. (Sporen oblong, 15 μ).

Der Pilz kommt noch in einer zweiten Form mit rundlichen oder länglichen Pycniden ohne Schnabel vor, als *Macrophoma*. Die kurzschnäbeligen *Sphaeronema*-Arten dürften sich zum Teil ähnlich verhalten.

267. Über Hendersonia typhoidearum Desm.

Dieser in Ann. des scienc. nat., 3. Serie, XI, p. 344, im Jahre 1849 publizierte Pilz wird seit dem Erscheinen des III. Bandes von Saccardo's Sylloge Fung. zu *Stagonospora* gerechnet. Ich habe in diesen Fragmenten (I, 1902, Nr. 6, auf p. 9) auf Grund der Untersuchung von Exsikkaten von Rabenhorst und Krieger angegeben, daß der Pilz stets nur zweizellige Sporen besitzt und daher eine *Ascochyta* ist. Nun fand ich, daß

Oudemans (Materiaux p. l. fl. myc. Neerl., II, in Arch. Neerland. T. VIII, p. 362) angab, daß das Desmazières'sche Originalexemplar vierzellige Sporen besitzt; darnach wäre der Pilz doch eine *Stagonospora*. Da mir das Oudemans'sche Exemplar der Plantes cryptog. de France von Desmazières zur Verfügung steht, konnte ich mich von dem wahren Sachverhalt überzeugen.

Es gibt drei Desmazières'sche Exemplare des Pilzes:

1. *Hendersonia Typhoidearum* Desm.; Pl. crypt. Nr. 1891, auf *Typha* (1849).
2. *H. T.* Desm. var. *minor*; Pl. crypt. Nr. 65, auf Blättern von *Juncus articulatus* (1853). Ann. des scienc. nat. III. Ser. XX, p. 223.
3. *H. T.* Desm. var. *Cyperi*; Pl. crypt. Nr. 762, auf Blättern von *Cyperus longus* (1860). Bull. de la Soc. bot. de France, 1857, IV, p. 912.

Von diesen drei Exemplaren ist das erste der Typus und das älteste. Dasselbe zeigt zweierlei Pycniden. Die einen sind 180 bis 250 μ breit und haben eine weiche, gelbbraune, blasse, aus 3 bis 4 μ großen Zellen zusammengesetzte Membran mit dunkelbrauner Mündungsscheibe und 28 bis 35 μ breitem, rundlichen Ostiolum. Die hyalinen Sporen sind länglich-zylindrisch, stets zweizellig und 24 bis 30 = 5 bis 7 μ groß.

Die anderen (offenbar älteren) Pycniden sind 220 bis 350 μ breit, haben eine schwarzbraune, aus 8 bis 9 μ großen Zellen aufgebaute Membran und ein 35 μ breites Ostiolum. Die hyalinen Sporen sind denen der kleineren Pycniden ganz gleich gestaltet, doch etwas größer, meist 32 bis 44 = 7 bis 9 μ.

Diese zwei Arten von Pycniden gehören offenbar zusammen. Es sind, wie man sieht, *Ascochyta*-Pycniden.

Damit stimmen die Exsikkaten Krieger, F. sax. Nr. 1247, und Fuckel, F. rhen. Nr. 581 (beide auf *Sparganium*), völlig überein. Die Form auf *Sparganium* muß daher mit jener auf *Typha* identisch erklärt werden.

Hingegen zeigen die von Desmazières als var. *minor* und var. *Cyperi* unterschiedenen Formen mit zwei bis drei Querwänden versehene *Stagonospora*-Sporen.

Nr. 65, var. *minor* Desm. Pycniden gelbbraun oder durchscheinend dunkelbraun, 200 μ breit; Wandung grobzellig, Zellen 8 bis 12 μ breit. Sporen drei- bis vierzellig, 20 bis 22 ≃ 5 bis 6 μ.

Nr. 762, var. *Cyperi* Desm. Pycniden schwarz, 200 μ; Sporen drei- bis vierzellig, 20 bis 32 ≃ 6 μ.

Darluca Typhoidearum (Desm.) B. et Br. *b. Caricis* Fuckel hat nach dem Originalexemplar, F. rhen. Nr. 1724, schwarzbraune, 200 μ große Pycniden und hyaline, stets zweizellige, länglich-zylindrische, 20 bis 28 ≃ $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ μ große Sporen. Ist also auch eine *Ascochyta*.

Fuckel (Symb. mycol., p. 380) hält *Hendersonia macropus* Berk. et Br. (Ann. Magaz. nat. Hist. 1850, II. S., 5. Bd., p. 374) für denselben Pilz (F. rhen. Nr. 1724). Das ist aber sicher falsch, denn *H. macropus* ist gewiß ein braunsporiger Pilz, da Berkeley und Broome angeben, daß die austretenden Sporen einen schwarzen Fleck bilden; es wird sich also um eine *Hendersonia* handeln. Wenn die Nährpflanze wirklich *Carex* ist, was nicht sicher ist, so könnte *H. macropus* B. et Br. = *H. riparia* Sacc. (Michelia, I, p. 124) sein.

Auf *Typha* kommt jedoch auch eine echte *Stagonospora* vor.

Stagonospora Typhae v. H.

Pycniden niedergedrückt kugelig, schwarz, eingewachsen, unten von braunen, 2 bis 4 μ breiten Hyphen umgeben. Pycnidenmembran häutig, dunkelbraun, aus polygonalen, 8 bis 12 μ großen Zellen bestehend. Sporen hyalin, drei- oder vierzellig, an den Querwänden meist sehr stark eingeschnürt, in jeder Zelle mit einem Öltröpfchen, an den Enden abgerundet, länglich, 20 bis 24 ≃ 6 bis 8 μ.

An den Blattscheiden von *Typha angustifolia* am Sonntagsberg in Niederösterreich, leg. P. P. Strasser, Mai 1908.

Die Art ist durch die fast torulösen Sporen sehr ausgezeichnet.

268. Über Hendersonia Typhae Oudem.

Von einem als *Hendersonia Typhae* Oudem. bestimmten Pilz sagte ich in diesen Fragmenten (1902, I, Nr. 6, p. 9 [995]),

daß es ein gehäuseloser, von *Phleospora* durch braune Sporen verschiedener Pilz sei, der vielleicht zu *Scolecosporium* gehöre. Inzwischen wurde in Böhmen der Pilz aufgefunden, von Oudemans als zu seiner Art gehörig erklärt und in Káb. et B., Fungi imperf. Nr. 264, ausgegeben. Dieses Exsikkat zeigt genau meinen Pilz, der also richtig bestimmt war. Sowohl Oudemans (Mater. p. l. flore myc. neerl. II, p. 361, in Arch. Neerl. VIII), als Kábat und Bubák (Hedwigia, 1905, p. 356) sprechen von Perithecien. Die wiederholte Untersuchung zeigte mir aber, daß meine früheren Angaben richtig sind und der Pilz keine Perithecien besitzt. Daher ist auch kein Ostiolum nachweisbar. Schon die Sporenform zeigt, daß keine *Hendersonia* vorliegt. Der Pilz scheint sich zu *Scolecosporium* ganz so zu verhalten, wie *Phleospora* zu *Cylindrosporium*, also ein *Scolecosporium* mit sehr kleinen Acervuli zu sein.

Es wird am zweckmäßigsten sein, ihn vorläufig als *Scolecosporium Typhae* (Oudem.) v. H. zu bezeichnen.

Von *Rhopalidium* und *Septoglocum* unterscheidet sich der Pilz durch die gefärbten Sporen.

269. Penicillium cicadinum n. sp.

Im Urwald von Tjibodas findet man nicht allzuselten große Singzikaden, die anfänglich an den häutigen, weicheren Körperstellen mit einem weißen Schimmel überzogen sind und später ganz mit einer hellblaugrünen Sporenmasse bedeckt erscheinen, die zuletzt olivengrün wird.

Die Untersuchung zeigte, daß die Sporenmasse aus bis über 100 μ langen, parallel miteinander verklebten Conidienketten besteht, die aus kurzen, büschelig verzweigten, hyalinen, zarten, etwa 2 bis 3 μ breiten Hyphen entspringen. Die Conidien sind elliptisch-länglich, fast stäbchenförmig, an den Enden abgerundet, mit endständigen Öltröpfchen versehen und meist 5 bis 6 × 1·5 bis 2 μ, selten bis 7 μ groß.

Der Pilz kann als *Penicillium* oder *Oospora* betrachtet werden. Derselbe tötet die Zikaden.

Eine ganz ähnliche Insektenkrankheit ist in Europa unter dem Namen »Grüne Muscardine« bekannt. Diese rührt von

einem Pilze her, der dem beschriebenen ganz nahe verwandt ist, mir aber doch verschieden scheint. Derselbe wurde von Metschnikoff (Zeitschr. der kais. Landwirtsch. Ges. für Neurußland, Odessa, 1879, p. 21 bis 50, mit Taf., nicht gesehen) als *Entomophthora Anisopliae* beschrieben. Thaxter (Memoirs Boston Soc. of nat. hist., IV, 1886 bis 1893, p. 190) wies darauf hin, daß der Pilz vielleicht eine *Isaria* ist. Sorokin (Vegetab. Parasiten von Mensch und Tieren, Vol. II, p. 268, russisch, nicht gesehen) stellte 1883 für diesen Pilz die Basidiomycetengattung *Metarhizium* auf. Später nannte Metschnikoff den Pilz *Isaria destructor*. Im Jahre 1895 wurde der Pilz von Pettit (Bullet. 97 Cornell Univ., p. 356, Taf. VI) *Isaria Anisopliae* (Metschn.) genannt. Delacroix fand nun, daß der Pilz eine *Oospora* ist und nannte ihn *Oospora destructor* (Bull. soc. myc. IX, 1893, p. 260). Endlich fand Vuillemin (Bull. soc. myc. 1904, XX, p. 214 f.), daß der Pilz eigentlich ein *Penicillium* ist; er nannte ihn *Penicillium Anisopliae* (Metschn.).

Nach Metschnikoff (siehe Thaxter, l. c.) hat derselbe $4 \cdot 8 \simeq 1 \cdot 6\ \mu$ große Sporen. Nach Delacroix sind die Sporenketten drei- bis fünfgliedrig und messen die Sporen 7 bis $15 \simeq 2 \cdot 5$ bis $3 \cdot 25\ \mu$. Nach Pettit messen die Sporen 6 bis $7 \simeq 3\ \mu$ sind oblong-zylindrisch, während sie Delacroix als zylindrisch beschreibt. Pettit (l. c., p. 354, Taf. VII) beschrieb eine var. *americana* mit elliptischen, 5 bis $6 \simeq 3\ \mu$ großen Sporen.

Man sieht, daß die Angaben über die Sporengrößen sehr variieren, so daß der Verdacht vorliegt, daß es sich hier um verschiedene, einander ähnliche Formen handelt. In der Tat kommen sie auf sehr verschiedenen Insekten vor. Auf Engerlingen (Delacroix); *Anisoplia austriaca* und *Cleone punctiventre* (Metschnikoff); auf *Agriotis* (Pettit).

Daher scheint es mir vorläufig am richtigsten, den javanischen Pilz als eigene Art zu betrachten, um so mehr als bei diesem die Sporenketten bis 20gliedrig sind.

Es ist ziemlich gleichgültig, ob man den Pilz als *Penicillium* oder als *Oospora* betrachtet. Wegen der kurzen Fruchthyphen ist es jedenfalls eine Übergangsform zwischen diesen beiden Gattungen. Auch ist die Verzweigung der Fruchthyphen nicht ganz typisch penicilliumartig.

Es gibt noch einige ähnliche insektentötende Pilze, die aber nicht grün gefärbt sind.

Es sind dies *Monilia penicilloides* Delacr. (Bull. soc. myc. 1897, XIII, p. 114) auf *Gryllus campestris*, ferner *Penicillium Briandii* Vuillemin (Bull. soc. myc. 1904, XX, p. 218) auf verschiedenen Insekten (*Agrotis segetum*, *Elater* und »Ver gris«).

270. Über Macrosporium heteronemum Desm.

Dieser Pilz ist in Ann. des sc. nat. 1853, III. sér., Tom. XX, p. 216, beschrieben und in den Pl. crypt. de France, II. sér. 1853, Nr. 7, ausgegeben. Nach der Beschreibung sind zweierlei Fruchthyphen vorhanden, kurze braune und sehr lange hyaline. Die länglich-keuligen, gestielten, braunen Sporen sind dyctiospor. Die in diesen Angaben liegenden Unwahrscheinlichkeiten veranlaßten mich, das Originalexemplar zu untersuchen. Ich fand, daß die Beschreibung Desmazières sich auf ein Gemenge von *Cercosporella macrospora* Bres. (Hedwigia, 1896, p. 201) mit zufällig eingestreuten Sporen einer *Macrosporium*-Art bezieht. Der Pilz stimmt vollkommen mit dem Originalexemplar von *Cercosporella macrospora* Bres. in Krieger, F. saxon. Nr. 1298, überein. Die dazwischenliegenden braunen, mauerförmig geteilten Sporen haben damit nichts zu tun. Desmazières hat die hyalinen, fadenförmigen Sporen der *Cercosporella* für Hyphen gehalten und daher geglaubt, daß die braunen Sporen auf den kurzen, braunen Hyphen säßen. Die Desmazières'sche Art bezieht sich daher auf zwei völlig verschiedene Pilze und muß ganz gestrichen werden. Daraus folgt, daß die Varietät *pantophaeum* Sacc. (Michelia, II, p. 291) und die Nummern 6358, 6552 und 6647 in C. Roumeguère, F. gallici, auf verschiedenen Nährpflanzen mit dem Desmazières-schen Pilz nichts zu tun haben.

271. Articularia n. gen. *(Hyphom. mucedin.)*

Sterile Hyphen ein lockeres, tuberculariaartiges Geflecht bildend, hyalin. Fruchthyphen einfach, aus obkonischen Gliedern bestehend. An jedem Gliede sitzt ein Wirtel von obkonischen, oben abgestutzten, einzelligen Sporenträgern, die je eine tonnenförmige, aus acht parallelen Zellen bestehende hyaline Spore tragen.

Eine eigentümliche Form, die mit *Uncigera* Sacc. (Miscellanea mycol. 1884, II, p. 31, Atti R. Istit. veneto scienz. III. Ser., VI) verwandt ist. Hier sind jedoch, wie die Abbildungen bei Saccardo, l. c., Taf. IX, Fig. 10, und Corda (Icones, II, Fig. 47) zeigen, die Glieder der Fruchthyphen fast zylindrisch und nur oben etwas verbreitert, und die sporentragenden Zellen sind gebogen, spitz und tragen je eine einzellige, zylindrische Spore. *Uncigera Cordae* Sacc. wurde zuerst von Corda (Icones, II, p. 10) als *Fusisporium uncigerum* beschrieben und muß daher

Fig. 26. *Articularia quercina* (Peck) v. H.

Sporenträger (400/1); eine Spore von außen und im Querschnitt (700/1).

nach den Nomenklaturgesetzen *Uncigera uncigerum* (Corda) heißen. Kommt ebenso wie *Articularia* auf Blättern vor (Ulme, Ahorn).

Eine zweite, noch näher stehende Form wurde von Ellis und Martin (Journ. of. Mycol. 1885, I, p. 97) als Nebenfruchtform von *Ascomycetella aurantiaca* E. et M. (= *Leptophyma aurantiacum* [E. et M.] Sacc., Cookellaceen) beschrieben. Sie wächst ebenso wie *Articularia* auf Eichenblättern in Nordamerika und ist nach der Beschreibung ganz ähnlich gebaut, nur sind die Sporen einzellig, länglich elliptisch. Nachdem die

an den Gliedern der Fruchthyphen in Wirteln sitzenden sporentragenden Zellen der Fruchthyphe angepreßt sind (scheinbar angewachsen), hat es den Anschein, als wenn die Fruchthyphen aus einem quergegliederten Bündel von Hyphen bestehen würden. So wird der Pilz von Ellis und Martin beschrieben. Wenn man dies im Auge behält, wird ihre Beschreibung verständlich. Die basidienartigen Sporenträger sind oben knopfig angeschwollen und tragen daselbst einen Kranz von stäbchenförmigen Sporen. Es besteht daher der Unterschied zwischen *Articularia* und dem Ellis- und Martin'schen Pilze wesentlich nur darin, daß bei *Articularia* die acht nebeneinander entstehenden Sporen miteinander zu einem tonnenförmigen Körper verwachsen, während sie bei dem anderen Pilze getrennt bleiben. Wenn man bedenkt, daß beide diese Hyphomyceten sicher Nebenfruchtformen von zwei nahe miteinander verwandten Cookellaceen sind, die beide auf Eichenblättern wachsen, so erscheint es wahrscheinlich, daß die achtzelligen Sporen der *Articularia* eigentlich aus acht miteinander verwachsenen Sporen bestehen.

Aus praktischen Gründen erscheint es jedoch zweckmäßig, beide Formen als *Articularia* und *Articulariella* generisch zu trennen.

Articularia quercina (Peck) v. H.

Sterile Hyphen hyalin, $1^1/_2$ bis 2 μ dick, ein lockeres Geflecht bildend; Fruchthyphen einfach, nach allen Richtungen abstehend, bis über $^1/_2$ *mm* lang, aus einer aus obkonischen, 12 bis 16 ≃ 4 μ großen Gliedern zusammengesetzten steifen Hyphe bestehend, die an der Basis jedes Gliedes einen Quirl von einzelligen, unten schmalen, nach oben kegelig verbreiterten, an der Spitze abgestutzten und oft ausgerandeten, sporentragenden Zweigen zeigt; Zweige von der Größe und Form der Hyphenglieder und diesen locker anhaftend, mit ihnen zusammen eine verkehrt kegelförmige Masse bildend. Sporen hyalin, am breit abgestutzten oberen Ende der Sporenträger einzeln sitzend, zylindrisch-tonnenförmig, an den Enden abgestutzt, 16 bis 20 ≃ 10 bis 11 μ groß, meist aus acht zylindrischen,

16 bis 20 = 3 μ großen, parallel miteinander verwachsenen Zellen bestehend.

Auf der Blattunterseite von *Quercus tinctoria*. Illinois.

Ist der Conidienpilz von *Ascomycetella quercina* Peck.

Man sieht, daß in dem lockeren Hyphengewebe, das kleine, 1 bis 2 *mm* breite, ganz oberflächliche, flache Häufchen bildet, von dem die Conidienträger ausstrahlen, die Asci angelegt werden.

Peck (Torrey bot. Club, 1881, 8. Bd., p. 50, Taf. VII) gab eine ausführliche Beschreibung mit Abbildung des Pilzes. Nach ihm wären die Conidienträger aus verwachsenen Hyphen zusammengesetzt, was nicht der Fall ist.

Dieser Conidienpilz fehlt in Saccardo's Sylloge. Er könnte auch als Tubercullariee aufgefaßt werden.

272. **Articulariella** n. g.

Bau wie bei *Articularia*; die quirligen Seitenzweige sind aber parallel mit der Achse verwachsen, oben kopfig oder scheibenförmig verbreitert und daselbst einen Kranz von fünf bis acht einzelligen, länglich-stäbchenförmigen, hyalinen Sporen tragend, die nicht miteinander verwachsen sind. Die Sporenträger gleichen Hyphenbündeln und zerfallen leicht in die Glieder.

A. aurantiaca (Ell. et Mart.) v. H.

Pilz weiß. Sterile Hyphen, ein tuberculariaartiges Geflecht bildend (in dem später die Asci entstehen), aus welchem die langen, zerbrechlichen Sporenträger sich erheben. Glieder der Sporenträger aus etwa zehn bis zwölf parallel verwachsenen, hyalinen, einzelligen, 20 bis 40 = 2 bis 3 μ großen Hyphen bestehend, die an der Spitze kopfig oder vertieft scheibig schwach verbreitert sind und daselbst einen Kranz von fünf bis acht einzelligen, länglich-stäbchenförmigen, hyalinen, nach beiden stumpflichen Enden verschmälerten, geraden, 6 bis 9 = 1·5 bis 2 μ großen Sporen tragen (siehe auch Journ. of Mycology, 1885, I, p. 97).

Der Pilz macht den Eindruck einer Hyalostilbee und kann auch zu diesen gerechnet werden. Er gehört zu *Leptophyma aurantiacum* (Ell. et Mart.) Sacc., auf der Blattunterseite von *Quercus laurifolia* in Nordamerika wachsend, als Nebenfruchtform. Auf den Eichenblättern, die die *Cookella microscopica* Sacc. in Venetien trugen, fand ich unzweifelhafte Reste einer *Articulariella*. Die Gattung kommt also auch in Europa vor.

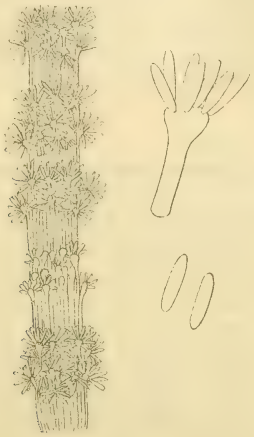


Fig. 27. *Articulariella aurantiaca* (E. et M.) v. H.
Eine Fruchthyphe (350/1); eine Basidie und zwei Sporen (1200/1).

Wahrscheinlich auch die dazugehörige *Leptophyma*, wenn es sich nicht um die Nebenfruchtform der *Cookella* handelt, was nicht wahrscheinlich ist.

273. Circinotrichum microspermum n. sp.

Pilzrasen $^1/_2$ bis $^2/_3$ *mm* breit, rundlich oder länglich, bräunlichgrau, dicht, scharf abgegrenzt. Sterile Hyphen steif aufrecht, 160 μ hoch, ziemlich dichtstehend, braunviolett, dünnwandig, glatt, septiert, an der Basis scheibenartig verbreitert, 3 bis $3^1/_2$ μ breit, nach obenhin dünner werdend, zwei bis viermal gespreizt-gabelig verzweigt, letzte Endigungen subhyalin

und zwei- bis dreimal spiralig gewunden. Sporenträger hyalin, zartwandig, einzellig, schmalkonisch, oben spitz und je eine hyaline, stäbchenförmige, gerade, an den Enden stumpfliche oder spitzliche, einzellige, 6 bis 8 ≃ 1·5 μ große Spore tragend. Sporenträger der scheibenförmigen Verbreiterung an der Basis der sterilen Hyphen zu wenigen aufsitzend.

An dürren Blättern; Buitenzorg.

Es sind bisher drei *Circinotrichum*-Arten bekannt: *C. maculaeforme* Nees, *C. inops* Berlese und *C. fulvescens* Sacc. et Fautr. (Sacc., Syll. IV, p. 314, und XVI, p. 1055), die alle längere Sporen haben als die beschriebene Art und auch sonst verschieden sind.

274. Über Clasterosporium glomerulosum Sacc.

An den dürren Nadeln von in Istrien gesammelten Zweigen von *Juniperus communis* fand ich einen Pilz mit braunen, meist achtzelligen, oft etwas gekrümmten, zylindrisch-keuligen, 35 bis 43 ≃ 7 bis 9 μ großen Sporen, die auf 10 ≃ 4 μ großen, einfachen, hyalinen oder blaßbräunlichen Trägern einzeln stehen. Ich erkannte, daß der Pilz offenbar der von Saccardo (Michelia, 1878, I, p. 131) als *Sporidesmium glomerulosum* beschriebene ist. Saccardo sagt zwar, daß der Pilz »in excavatione paginae inferioris foliorum Juniperi« wächst, während mein Pilz nur auf der Blattoberseite vorkommt, auch einige andere Punkte in Saccardo's Beschreibung stimmten nicht, indessen erwies sich das von Herrn P. Magnus in Berlin gütigst gesendete Originalexemplar des Saccardo'schen Pilzes mit meinen völlig identisch, sind daher die abweichenden Angaben Saccardos falsch.

In den Fungi italici, Taf. 746 (1881), und in Syll. Fung. IV, p. 392 (1886), nennt Saccardo den Pilz *Clasterosporium*.

Ebenso ist es mir nicht zweifelhaft, daß der von Goebel 1879 (Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 54. Jahrg., p. 305, Taf. IV) als mutmaßliches Conidiumstadium einer *Pleospora conglutinata* abgebildete und beschriebene Pilz hierher gehört. Goebel beschreibt den Pilz als oberflächlich, stromabildend und mit verschieden gestalteten Sporen versehen. Er sagt zwar, daß ein Teil der Sporen auch Längsteilungen

aufweist, was Saccardo nicht erwähnt, allein solche kleinere, elliptische Sporen, bei welchen einzelne Zellen Längswände besitzen, kommen bei meinem Pilze tatsächlich neben zahlreichen normalen zylindrischen Sporen ohne Längswände vor. Es ist um so sicherer, daß Goebel's Pilz hierher gehört, als auch Saccardo (Sylloge Fung. IV, p. 392) Goebel's Pilz mit seinem als identisch erklärt. Hierdurch erscheint auch erwiesen, daß Saccardo's Art mit dem von mir gefundenen identisch ist. Seine Beschreibung ist also unvollständig und insofern auch unrichtig, als der Pilz, wie Goebel angibt und meine Exemplare zeigen, nur auf der Blattoberseite vorkommt und nicht, wie Saccardo angibt, blattunterseits.

Meine Vermutung, daß der nordamerikanische Pilz *Coryneum juniperinum* Ellis (Bullet. of the Torrey Club, 1882, p. 134; Sacc. Syll. III, p. 781) derselbe Pilz ist, wurde durch die Untersuchung des Exsikkates Rabenh.-Winter, Fungi europ. Nr. 2983 (leg. E. W. Holway, Decorah, Jowa, ad *Juniperi communis* folia viva, 1883), das sich mit meinem Pilze als vollkommen identisch erwies, bestätigt.

Nicht unwahrscheinlich ist es mir auch, daß der von Karsten (Hedwigia, 1888, p. 259) als *Exosporium deflectens* auf *Juniperus*-Nadeln beschriebene Pilz ebenfalls hierher gehört. Karsten sagt zwar, daß die Sporen nur vierzellig und 14 bis 20 = 5 bis 6 μ groß sind, allein abgesehen davon, daß Karsten's mikroskopische Angaben nicht immer zuverlässig sind, war sein Pilz vielleicht nicht ganz ausgereift oder überreif.

Der in Rede stehende Pilz ist indessen weder ein *Clasterosporium* noch ein *Coryneum*; wie Querschnitte lehren, sitzt derselbe auf der Epidermis ganz oberflächlich. Er besitzt ein Stroma, das unten aus lockeren, hyalinen, zirka 2 μ dicken Hyphen besteht, nach obenhin braun und kleinzellig-parenchymatisch wird; auf dieser Parenchymschichte stehen dicht nebeneinander hyaline oder etwas bräunliche, etwa 10 = 4 μ große Sporenträger, auf welchen die Conidien einzeln sitzen. Daraus geht hervor, daß der Pilz ein *Exosporium* ist, das nun *Exosporium glomerulosum* (Sacc.) v. H. genannt werden muß.

Aus dem Stroma entwickeln sich manchmal braune oder subhyaline Hyphen, welche kleinere eiförmige bis elliptische

oder fast zitronenförmige Sporen entwickeln, die drei Querwände haben und zirka $10 \simeq 6\ \mu$ groß sind, ferner 13 bis $18 \simeq 6$ bis $8\ \mu$ große Sporen mit vier Querwänden und einer unterbrochenen Längswand. Vielleicht sind dies zum Teil jene Sporen, von welchen Karsten bei seinem *Exosporium deflectens* spricht, bei welchem die größeren Sporen bereits abgeworfen sein konnten. Die Synonymie stellt sich mithin:

Exosporium glomerulosum (Sacc.) v. H.

Syn.: *Sporidesmium glomerulosum* Sacc. Michelia.
Clasterosporium glomerulosum Sacc. Syll. IV.
Pleospora conglutinata Goebel, l. c.
Coryneum juniperinum Ellis, l. c.
? Exosporium deflectens Karsten, l. c.

275. Isaria gracilis Vosseler.

Auf einer toten Wespe fanden sich etwa 20 schwach gebogene, 3 bis 4 *cm* lange, nach rückwärts stehende, braune glatte, hornige steife Borsten, die unten etwa $360\ \mu$ dick waren und nach dem Ende zu allmählich ganz dünn wurden. Dieselben saßen an den weicheren Stellen von Kopf, Brust und Hinterteil der Wespe. Sie sind aus dünnen, festen, parallel verwachsenen Hyphen zusammengesetzt und vollkommen steril, manchmal etwas tordiert. Es ist kein Zweifel, daß es sich um den bereits abgeblühten Zustand einer eigentümlichen *Isaria* handelt.

Solche Gebilde wurden mehrfach beschrieben. So hat *Cordyceps Sphingum* (Schw.) (Synops. Fung. Carolin., p. 126, Nr. 1298) ähnliche borstenförmige, sehr lange *Isaria*-Nebenfruchtformen.

Ferner ist *Isaria sphecophila* Ditm. (in Sturm, Deutschl. Flora, Pilze, Heft I, p. 115, Taf. 57), welche nach Quélet, Quelques Epèces, Jura, p. 330, Taf. VI., Fig. 14 [1877] zu *Cordyceps Ditmari* Qu. gehört, eine ganz ähnliche Form, deren Borsten jedoch im unteren Viertel eine eigentümliche knotige Verdickung aufweisen.

Endlich hat J. Vosseler (Jahreshefte d. V. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 1902, p. 380) zwei *Isaria*-Formen beschrieben, nämlich *Isaria surinamensis* und *I. gracilis,* von

welchen die letztere am Vulkan Gedeh auf Java auf einer Biene gefunden wurde, und die so gut zu der hier besprochenen stimmt, daß an der Identität mit derselben nicht gezweifelt werden kann.

J. Vosseler gibt zwar an, daß die Stromata der *Isaria gracilis* bis 7 *cm* lang werden, allein aus der Abbildung derselben auf Taf. VII, l. c. geht hervor, daß sie nur 3 bis 4 *cm*, also genau so groß wie bei meinem Exemplare sind.

Sowohl der Vosseler'sche Pilz als der meinige stammen aus derselben Gegend Javas und kommen auf miteinander nahe verwandten *Hymenopteren* vor, was die spezifische Gleichheit beider des weiteren bestätigt.

An einer toten Wespe, Sukabumi am Fuße des Gedeh, Java, ded. Major Ouwens.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß Schröter (Pilze Schlesiens II, p. 277) *Cordyceps Ditmari* Qu. als Synonym mit *C. sphecophila* (Klotsch) anführt. Saccardo (Syll. Fung. II, p. 570) betrachtet sie jedoch mit Recht als eigene Art. Sie hat viel kürzere Sporen.

Auch sei darauf hingewiesen, daß *C. sphecophila* bei Tulasne, Klotsch etc. *C. sphecocephala* heißt, ein Widerspruch in der Nomenklatur, der noch aufzuklären ist.

Wie ich schon oben (Nr. 227) erwähnt habe, gehören die braunhyphigen, fast hornigen *Isaria*-Arten in eine eigene Gattung: *Phaeoisaria.*

276. Isaria amorpha n. sp.

Insekten bewohnend. Mycelium dickhäutig, das Insekt anheftend. Synnemata zahlreich, sehr verschiedengestaltet, 2 bis 7 *mm* hoch. Bald einfach zylindrisch, an der Spitze kugelig oder eiförmig angeschwollen, bald oben 2 bis 3 dünnere, kurze, köpfchentragende Zweige treibend, bald mehr weniger flachgedrückt und unregelmäßig *Thelephora*-ähnlich verzweigt, mit undeutlichen oder nicht entwickelten Köpfchen an den Zweigenden, aus hyalinen, parallelen, zarten Hyphen aufgebaut, unten bräunlich (?); Köpfchen weißlich (?), aus verkrümmten, dendroid verzweigten, verworren verflochtenen meist verlängerten, kurze Seitenzweige habenden Fruchthyphen bestehend.

Basidien einzeln oder in Knäueln, an den Fruchthyphen und deren Zweigen seiten- oder endständig, kugelig-ampullenförmig, 2 bis 4 μ groß, oben etwas zugespitzt und je eine meist stäbchenförmige, hyaline, 3 bis 4 = 1 bis 1·5 μ große Conidie tragend.

An einer großen Singzikade, Sukabumi, Java, leg. et ded. Major Ouwens.

Ein vielgestaltiger, schwer zu beschreibender Pilz, den ich mit keiner beschriebenen Art vereinigen kann. Da der Pilz längere Zeit in Alkohol lag, ist mir seine Färbung im frischen Zustande nicht bekannt. Die sporenbildenden Köpfchen sind sehr verschieden (bis 1·2 *mm*) groß, die größeren sind oft etwas flachgedrückt.

277. Isaria abietina n. s.

Insektenbewohnend. Pilz einfärbig gelblich-grau. Hyphengewebe dünnhäutig, das Insekt stellenweise überziehend. Darauf sitzen einzeln oder rasig, öfter zu zwei bis drei miteinander verwachsend, zahlreiche kegelig-pfriemliche, 3 *mm* hohe, unten steife und kegelige, oben verschieden verbogene, unten 300 μ, oben 55 μ dicke Synnemata, die aus subhyalinen, 2 bis 3 μ breiten parallelen Hyphen bestehen und in der unteren Hälfte mit nach obenhin allmählich kürzer werdenden senkrecht abstehenden, verschieden langen, bis 160 = 55 μ großen, zylindrisch-kegeligen, stumpfen, aus vielen parallel miteinander verwachsenen Hyphen bestehenden, dichtstehenden Seitenzweigen besetzt sind. Hyphenenden an der Oberfläche der Achse und Seitenzweige eine Art Hymenium bildend, das aus parallel nebeneinander und senkrecht zur Oberfläche stehenden, stumpf endigenden Hyphen besteht. Sporen sehr klein, rundlich, gruppenweise an den Hyphenenden sitzend.

An einer Baumwanze, Sukabumi, Java. Major Ouwens.

Der sehr eigentümliche Pilz (siehe Fig. 28) ist wunderschön entwickelt, zeigt aber nur sehr undeutlich die Sporenbildung, daher sind möglicherweise die betreffenden Angaben verbesserungsfähig.

Ich rechne ihn zu *Isaria*, da er wahrscheinlich die Nebenfruchtform einer neuen *Cordyceps*-Art ist und *Isaria* als Misch-

gattung betrachtet werden muß, in der sehr verschiedenartig gebaute sporentragende Apparate vorkommen.

Der Pilz sieht mit der Lupe betrachtet wegen der nach obenhin allmählich kürzer werdenden steifen, senkrecht abstehenden Seitenzweige einer schlanken Tanne nicht unähnlich. Ich konnte unten den vielen beschriebenen Stilbeen keine Formen finden, die ihm auch nur entfernt gleichen.

278. Gibellula eximia v. H.

Diese Art war bisher nur von Alto da Serra bei Santos im südlichen Brasilien bekannt, wo sie von v. Wettstein und Schiffner gesammelt wurde (Denkschr. d. math.-nat. Kl. d. kais. Akad. Wien, 83. Bd., p. 37). Die javanischen Exemplare

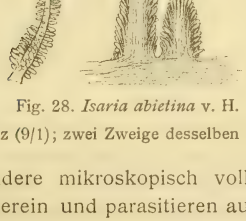


Fig. 28. *Isaria abietina* v. H.
Der Pilz (9/1); zwei Zweige desselben (100/1).

stimmen insbesondere mikroskopisch vollkommen mit dem brasilianischen überein und parasitieren auch auf in der Erde liegenden Schmetterlingspuppen, welche von einem weißen häutigen Hyphenfilz überzogen sind.

Im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

279. Stromatographium stromaticum (Berk.) v. H.

Diese von *Berkeley* in Hooker, Lond. Journ. 1843, p. 652 als *Stilbum* beschriebene Phaeostilbee wurde von Gardner 1840 in Minas Geraes entdeckt, später (1871) von Thwaites am Adams Peak auf Ceylon gefunden (Journ. Linn. Soc. 1873, XIV, p. 97). Von A. Möller wurde er 1891 bis 1894 bei Blumenau im südlichsten Brasilien gefunden und von J. Bresadola (Hedwigia 1896, p. 302) mikroskopisch charakterisiert. Im Jahre 1902 wurde er von v. Wettstein und Schiffner bei

Barra Mansa im Staate S. Paulo (Brasilien) gefunden, von mir genau beschrieben und in die neue Gattung *Stromatographium* versetzt (Denkschr. math.-nat. Kl. 1907, 83. Bd., p. 37). Denselben Pilz fand ich nun in einer habituell anders aussehenden Zwergform auf einem morschen Rindenstück im botanischen Garten von Buitenzorg. Er ist daher jedenfalls in den Tropen weit verbreitet.

Die Zwergform auf Java hat genau die gleichen Synnemata, aber nur 1 bis 3 *mm* breite, flache oder kugelige mit nur einem oder wenigen Sporenträgern versehene Stromata. Der mikroskopische Bau aller Teile stimmt vollkommen mit dem der amerikanischen Exemplare überein. *Graphium? fuegianum* Speg. (Sacc. Syll. X, p. 694) ist möglicherweise derselbe Pilz.

280. Über Ceratocladium Clautriavii Pat.

Dieser Pilz wurde von Patouillard in Bull. da la soc. mycol. de France 1898, XIV, p. 196 beschrieben. Da der Gattungsname schon längst von Corda verbraucht wurde, änderte Sydow denselben in *Xylocladium* (in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamil. I. 1**, p. 494) um.

Als ich die dankenswert ausführliche Beschreibung desselben las, tauchte in mir die Vermutung auf, daß es sich hier um das Conidienstadium von *Xylaria furcata* Fries handeln werde. Da ich letzteren Pilz häufig am Boden im botanischen Garten von Buitenzorg gefunden hatte, und zwar sowohl mit Perithecien wie mit Conidien, so konnte ich mich davon überzeugen, daß viele Exemplare des Conidienpilzes von *Xylaria furcata* tatsächlich so gebaut sind, und auch die Conidien so bilden, wie dies Patouillard beschreibt. Die Conidienträger sind lang zylindrisch-keulenförmig (so wie bei *Phymatotrichum*) und ihrer ganzen Länge nach ringsum ziemlich dicht mit warzenförmigen, oben mit kleinen spitzen Fortsätzen versehenen Basidien bedeckt, an welchen je mehrere eiförmig-längliche, 5 bis 6 ≈ 3 μ große hyaline, zartwandige Sporen sitzen. Durch diese mehrere Sporen tragenden Basidien unterscheiden sich diese Conidienträger von *Phymatotrichum,* wo die Sporen einzeln stehen und keine Basidien vorhanden sind.

Daß der Pilz wirklich *Xylaria furcata* ist, lehren Querschnitte durch den oberen Teil des Stieles und durch die dickeren Äste. Da sieht man ganz deutlich zahlreiche ganz unreife, kugelige aus sehr zarten, dicht verschlungenen, hyalinen Hyphen bestehende Anlagen von Perithecien in der Rinde. Aber schon der Umstand, daß man den Pilz immer mit der genannten *Xylaria* in reifem Zustande zusammen findet, beweist dies.

Da die Gattung *Xylaria* eine sehr natürliche Gruppe von nahe miteinander verwandten Pilzen ist, so wäre es höchst auffallend, daß die *X. furcata* im Gegensatze zu allen anderen Arten der Gattung eine so komplizierte und ganz abweichende Art der Conidienbildung besitzen sollte.

Es ist daher die Vermutung naheliegend, daß der von Patouillard beschriebene und oben skizzierte Conidienapparat gar nicht zur *Xylaria furcata* gehört, sondern von einem die steril bleibenden *Xylaria*-Stämmchen infizierenden, schmarotzenden Hyphomyceten herrührt.

In der Tat ergab die nähere Untersuchung, daß dies der Fall ist. Der beste Beweis, daß es sich um einen auf den sterilen *Xylaria*-Stämmchen schmarotzenden Hyphomyceten handelt, liegt darin, daß der letztere auch am oberen Teile des Stieles und an den dicken Hauptästen vorkommt, wo von einer Conidienbildung der *Xylaria* nicht die Rede sein kann. Macht man einen Querschnitt durch den Stamm, an einer Stelle, wo derselbe mit dem Hyphomyceten infiziert ist, so sieht man, daß das Stammgewebe aus dünneren, sehr dickwandigen Hyphen besteht, die in der äußeren Rinde braungefärbt sind, während der Hyphomycet viel breitere, zartwandige Hyphen besitzt. Zwischen beiden Hyphenarten gibt es keinerlei Übergänge, die Hyphen des Schmarotzers sind am Stamme der *Xylaria* locker aufliegend. Weiter oben, an den Spitzen der Äste der *Xylaria*, wächst allerdings der Hyphomycet hinaus und bildet eine Art *Coremium*, da hat es allerdings den Anschein, als würde der Hyphomycet zur *Xylaria* gehören, das ist aber nicht der Fall, die letzten Endigungen der Zweige werden einfach ganz vom Schmarotzer gebildet. Diese Partien haben Patouillard zu seiner irrigen Meinung verleitet.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß *Xylocladium Clautriavii* (Pat.) Sydow. im Sinne Patouillard's als eigene Formgattung nicht existiert und daher diese Gattung gestrichen werden muß. *Xylocladium* sind sterile Exemplare von *Xylaria furcata* Fr., die von einem Hyphomyceten infiziert sind.

Dieser Hyphomycet ist sehr ähnlich *Botrytis (Phymatotrichum)*, unterscheidet sich aber ganz wesentlich dadurch, daß die Sporen nicht einzeln auf den zylindrisch-keuligen Fruchthyphen stehen, sondern auf eigentümlichen, warzigen, mehrsporigen Basidien.

Er stellt eine eigene Gattung dar, die ich *Basidiobotrys* nenne.

Basidiobotrys n. g. **Mucedineae.**

Hyphen kriechend, septiert, wenig verzweigt. Fruchthyphen aufstrebend, einfach oder an der Basis wenig verzweigt, an der Spitze zylindrisch-keulig verbreitert; Keule ganz mit warzenförmigen, oben mit mehreren sporentragenden kleinen Vorsprüngen versehenen Basidien bedeckt. Sporen einzellig, wie der ganze Pilz hyalin.

Basidiobotrys Clautriavii (Pat.) v. H. n. sp.

Sterile Hyphen kriechend, hyalin, septiert, 8 bis 10 μ dick, wenig verzweigt, zahlreiche einfache oder an der Basis gegabelte ebensodicke aufstrebende, zwei- bis dreizellige, an der Spitze in eine 60 bis 110 μ lange einzellige, 10 bis 14 μ breite zylindrische, meist stumpfliche Keule übergehend, die ganz mit ziemlich dichtstehenden, 3 bis 4 = 2 bis 3 μ großen, warzenförmigen oder kurzzylindrischen, oben mit kleinen Rauhigkeiten versehenen Basidien bedeckt ist, die mehrere, sehr leicht abfallende, hyaline, zartwandige, einzellige, elliptisch-eiförmige, oft etwas unregelmäßige, meist 5 bis 6 = 3 μ große Sporen tragen.

Häufig im botanischen Garten von Buitenzorg auf steril bleibenden Stücken von *Xylaria furcata* Fr. schmarotzend und ein Conidienstadium dieses Pilzes vortäuschend.

Eine nomenklatorische Notwendigkeit, den hierfür gänzlich unpassenden Namen *Xylocladium*, der seine Aufstellung

einem Irrtume verdankt, statt *Basidiobotrys* anzuwenden, existiert nicht.

281. Tuberculariopsis n. g. **(Tubercul. mucedin).**

Sporodochien knorpelig-gelatinös, hervorbrechend, scheibenförmig, dick und kurzgestielt. Gewebe hyalin, faserig-plektenchymatisch. Sporenträger parallel, oben wenig verzweigt. Conidien einzellig, hyalin, außen schleimig, zu einer dicken Schichte fest verbunden, end- und seitenständig, rundlich bis spindelförmig.

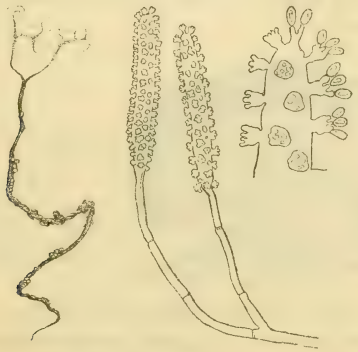


Fig. 29. *Basidiobotrys Clautriavii* (Pat.) v. H.

Damit infiziertes Exemplar von *Xylaria furcata* in natürlicher Größe; zwei Sporenträger (450/1); oberer Teil eines Sporenträgers (1300/1).

Die Gattung ist am nächsten mit *Tubercularia* verwandt. Sie unterscheidet sich durch die feste, knorpelig-gelatinöse Beschaffenheit und die Conidien, deren Membran außen verschleimt, und die zu einer festen, dicken, sich nur außen wenig lockernden Schichte zähschleimig verbunden sind.

Tuberculariopsis anomala n. sp.

Sporodochien hervorbrechend, polsterförmig-scheibenförmig, oben konvex oder konkav, sehr dick und kurz gestielt, $^1/_2$ bis 2 *mm* breit, $^1/_2$ bis 1 *mm* dick, etwas durchscheinend ockergelb, hart, frisch knorpelig-gelatinös. Gewebe aus 2 bis 3 μ

dicken, hyalinen, dicht plektenchymatisch verwachsenen Hyphen bestehend, nach obenhin allmählich wellig-parallelfaserig und in die Sporenträger übergehend, welche der ganzen Länge nach seitlich und an der Spitze die locker einzelnstehenden, sitzenden oder kurzgestielten Conidien tragen, die eine feste, 100 bis 300 μ dicke, von den Sporenträgern durchsetzte Schichte bilden. Conidien hyalin, einzellig, mit granuliertem Inhalt, derbwandig, außen stark verschleimend, meist kugelig, eiförmig oder elliptisch, 9 bis 12 ≈ 8 bis 10 μ, zum Teile auch schief zitronenförmig bis spindelförmig, beidendig spitz, 14 bis 25 ≈ 4 bis 10 μ. Zwischen beiden Formen finden alle Übergänge statt.

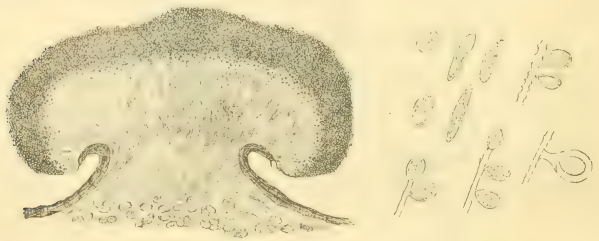


Fig. 30. *Tuberculariopsis anomala* v. H.

Medianschnitt des Pilzes (20/1); Sporen und Sporenträger (450/1).

An morschen Zweigen, Tjibodas, Java.

Eine merkwürdige Form, die äußerlich an *Dacryomyces* erinnert, und möglicherweise irgendwo an falscher Stelle schon beschrieben ist; doch habe ich nichts dazu Passendes gefunden. Die Sporenmembran verschleimt außen meist vollständig. Manchmal bleibt jedoch oben eine kleine, nicht verschleimte dünne Kappe übrig und ebenso an der Basis eine schüsselförmige, dem kurzen Stiele aufsitzende Partie. (Siehe die Figur.) Diese Partien sitzen manchmal an den Sporen als Anhängsel. Bei weitem die meisten Sporen sind rundlich eiförmig, doch kommen auch schmal spindelförmige vor und alle Übergangsformen. Die schmalen Sporen scheinen meist an der Spitze der Sporenträger zu entstehen. Der Pilz gehört wahrscheinlich zu einem gallertigen Basidiomyceten.

282. Sphaeridium javense n. sp.

Sporodochien oberflächlich, gesellig, kugelig, sitzend, weißlich, trocken 100 μ, frisch 250 bis 300 breit; halbkugelige 130 μ breite Basis radial kleinzellig, mit kurzen einfachen Sporenträgern dicht bedeckt. Sporen hyalin, stäbchenförmig, beidendig abgestutzt, mit körnigem Inhalt, einzellig, gerade, in langen Ketten, schleimig verklebt, 22 bis 26 ≍ 1·7 bis 1·8 μ.

An Zweigen, Tjiburrum bei Tjibodas, Java.

Durch die Kleinheit des Pilzes und großen Sporen von den bisher bekannten Arten verschieden. *Sphaeridium lacteum* E. et Langl. (Journ. of Mycol. 1890, p. 36) gehört nicht in diese Gattung und ist vielleicht ein *Collodochium*.

283. Thozetia nivea Berk.

Diese in Journ. of Linn. Soc. 1880, XVIII, p. 388 beschriebene Tuberculariee, welche bisher nur einmal von F. Müller in Australien gefunden wurde, fand ich in sehr geringer Menge an einem morschen Rindenstück im botanischen Garten von Buitenzorg. Nachfolgende wahrscheinlich verbesserungsfähige Angaben mögen zur Ergänzung der sehr lakonischen Beschreibung Berkeley's dienen.

Sporodochien zerstreut, oberflächlich, halbkugelig, trocken scheibenförmig, etwa 200 bis 250 μ breit, weiß. Basalgewebe dünn, braun, aus einigen Schichten von dünnwandigen, polygonalen, zirka 5 μ breiten Zellen gebildet. Darauf sitzt eine zirka 30 bis 40 μ dicke Schichte, die aus dünnen, braunen, palisadenartig dicht verwachsenen, senkrecht stehenden Hyphen gebildet ist, aus welcher die hyalinen, spitzen, zartwandigen, etwa 12 bis 15 ≍ 2 μ großen Sporenträger samtartig herausragen. Conidien sehr zahlreich, hyalin, dünnschleimig verklebt, zylindrisch-spindelförmig, meist schwach gekrümmt, 20 bis 28 ≍ 4 μ, an beiden spitzen Enden je eine gerade spitze, 8 bis 10 μ lange Cilie tragend. Conidien sehr zartwandig, mit homogenem feinkörnigen Inhalt, einzellig, manchmal scheinbar zweizellig.

284. Dendrodochium epistroma n. sp.

Sporodochien frisch rosa-fleischfarben, trocken fast mennigrot, später rotbräunlich, flach warzenförmig, $^1/_4$ bis $^1/_2$ *mm* breit, seltener größer und meist zu quergestreckten bis 5 bis 6 *mm* langen Massen verschmelzend und dann die einzelnen Fruchtkörper durch braune Saumlinien gegeneinander abgegrenzt, aus 2 bis 4 μ breiten hyalinen bis gelblichen zartwandigen, zu Strängen vereinigten, radial verlaufenden, baumartig verzweigten Hyphen aufgebaut, oben in ein 40 μ dickes, sehr blaß rosa gefärbtes, aus einfachen oder meist büschelig verzweigten, dicht parallel stehenden 1 bis 2 μ dicken conidientragenden Hyphen bestehendes, meist faltig gewundenes Hymenium übergehend. Conidien an den Fruchthyphen und deren Zweigen endständig, hyalin, stäbchenförmig, gerade oder etwas gekrümmt, meist 3 bis 5 = 1 μ groß, schleimig verbunden.

Auf den Stromaten von *Diatrypella favacea* an Birkenzweigen schmarotzend und dieselben oft ganz überziehend, Tamsel bei Cüstrin (Brandenburg) leg. P. Vogel 1906 (in Sydow, Mycoth. germanica, Nr. 648 als *Hymenula epistroma* v. H.), und bei Triglitz in der Prignitz, leg. O. Jaap 1907.

Da die Fruchthyphen meist büschelig verzweigt sind und, so weit ich feststellen konnte, die Conidien nur endständig auftreten, wird der Pilz wohl am zweckmäßigsten bei *Dendrodochium* untergebracht. Er erinnert jedoch sehr an *Tubercularia,* weicht aber durch seinen ganz faserigen, nicht parenchymatischen Aufbau und die kleinen stäbchenförmigen Sporen, die ich nie seitenständig an den Fruchthyphen sah, von dieser Gattung ab.

Da auf *Diatrypella favacea* die *Nectria Magnusiana* Rehm mit Vorliebe schmarotzt, ist die Vermutung naheliegend, daß der beschriebene Pilz als Nebenfruchtform zur *Nectria* gehört. Indessen fand ich an meinen beiden Exemplaren der *N. Magnusiana* denselben nicht. Mit dem beschriebenen Pilze sind jedenfalls nahe verwandt *Dendrodochium betulinum* Rostr. (Sacc. Syll. X, p. 107) und *Tubercularia radicicola* Delac. (Bull. Soc. mycol. 1893, p. 186, Taf. XI, Fig. 6).

285. Volutella javanica n. sp.

Sporodochien weiß, gestielt. Stiel lebhaft gelbbraun, nach oben etwas verbreitert, manchmal in der Mitte mit einem Ringwulst, bis 200 μ lang und 90 μ dick, aus 4 bis 5 μ breiten, derbwandigen Hyphen aufgebaut, oben in einen etwas gewölbten, kleinzellig-plektenchymatischen, 200 μ breiten, 70 μ hohen Discus verbreitert, der oben mit dicht parallel stehenden, einfachen, hyalinen, 25 bis 32 ≍ 1 μ großen Sporenträgern bedeckt

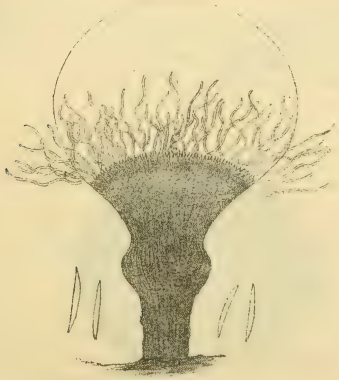


Fig. 31. *Volutella javanica* v. H.

Der Pilz (135/1); vier Sporen (1000/1).

ist und am Rande locker mit hyalinen, dünnwandigen, stumpflichen, mit zwei bis vier Querwänden versehenen, wellig verbogenen, 40 bis 100 ≍ 3 bis 3·5 μ großen Borsten besetzt ist. Sporen zu einer 250 bis 300 μ großen, der Scheibe aufsitzenden Kugel schleimig verklebt, hyalin, einzellig, stäbchenförmig, sehr schwach gekrümmt, nach beiden spitzlichen Enden etwas verschmälert, 8 bis 12 ≍ 1 μ.

An lebenden Zweigen, Tjiburrum bei Tjibodas, Java.

Ist von allen beschriebenen Arten gut verschieden. Am ähnlichsten scheint *V. morearum* Roll. zu sein.

Die mit *Volutella* verwandten Gattungen *Periola* Fries, *Volutina* Penz. et Sacc. und *Wiesneriomyces* Koorders dürften wohl in eine zu vereinigen sein.

286. **Sporocystis fulva** n. sp.

Sporodochien kugelig, oberflächlich, mit verschmälerter Basis aufsitzend, feinkörnig, warzigrauh, matt, löwengelb, 2 *mm* hoch, $2^1/_2$ *mm* breit, vereinzelt sitzend. Hypothallus häutig,

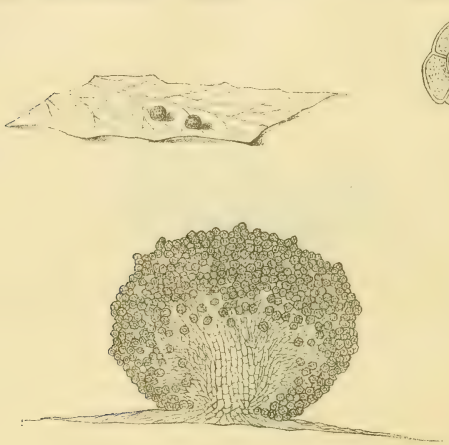


Fig. 32. *Sporocystis fulva* v. H.

Blattstück mit dem Pilze (1/1); Medianschnitt des Pilzes (40/1); eine Spore (500/1).

rundlich, dem Substrat fest anliegend, in der Mitte eine 1 *mm* breite, kugelige, aus zarten, hyalinen Zellen aufgebaute Gewebemasse tragend, die allmählich in die undeutlich radiär verlaufenden, locker verflochtenen, zartwandigen, septierten, 6 bis 10 μ breiten Sporenträger übergeht, die kürzer oder länger sind und an den Enden je eine rundliche, 40 bis 50 μ breite, aus fünf bis acht kugeligen, eiförmigen oder länglichen, 20 bis 30 μ großen, zusammengeballten, durch Druck voneinander leicht trennbaren, mäßig dünnwandigen, fast hyalinen Zellen

bestehende Spore tragen. Sporen reich an Öl, in einer 500 μ dicken Schichte die zentrale Gewebsmasse umgebend (siehe die Fig. 32).

An morschen Blättern im botanischen Garten von Peradeniya, Ceylon.

Eine sehr hübsche Form, die sehr gut in die Morgan'sche bisher monotypische Gattung *Sporocystis* paßt (Journ. of Mycology, 1902, p. 169). Die einzelnen Zellen der Sporen hängen ziemlich locker zusammen, so daß die Sporen den Eindruck von Sporenköpfchen machen. Sie entstehen aber sicher durch Teilung der Endzelle des Sporenträgers. Im Bau erinnert der Pilz sehr an *Thyrsidina* v. H. (Ann. mycol. 1905, p. 337), die aber eine aus dem Substrat hervorbrechende Melanconiee ist.

287. Javanische Myxomyceten.

Die nachfolgende Bearbeitung der von mir auf Java gefundenen Schleimpilze bezieht sich nur auf jene Arten, welche schon an Ort und Stelle als solche erkannt wurden. Die Untersuchung des reichen gesammelten Materials an morschen Pflanzenteilen wird späterhin noch manche weitere Art ergeben. Von den 36 auf Java gefundenen Arten erwiesen sich sechs als für Java neu. Unter diesen sind *Chondrioderma rugosum* Rex, das bisher bloß aus Nordcarolina bekannt war und wie es scheint, bisher nur einmal aufgefunden wurde, und die neue Gattung *Physarina* besonders bemerkenswert.

Das von Berkeley und Broome auf Grund von unreifen Exemplaren aus Ceylon 1873 beschriebene *Didymium leoninum* wurde reif und reichlich in Java gefunden und erwies sich als Vertreter einer neuen Gattung *(Lepidodermopsis)*; ebenso mußte für *Diachaea bulbillosa* (Berk. et Br.) eine neue Gattung *(Diachaeella)* aufgestellt werden.

Auch fand ich das bisher nicht bekannt gewesene Plasmodium von *Stemonitis herbacea*.

Im ganzen sind nun aus Java 88 Myxomycetenarten bekannt.

Ceratiomyxa mucida (P.) Schröter, Engl.-Prantl, Nat. Pfl. Fam., I, 1, p. 16 (1889). — Lister, Monogr., p. 25;

var. β-*filiformis* (Berk. et Br.) als Art in Journ. of Linnean Soc., XIV. Bd., p. 97 (1873).

Syn.: *Ceratiomyxa mucida* β-*flexuosa* Lister, l. c., p. 26.

Der Pilz bildet niederliegende, baumartig verzweigte, wollige Massen. Sporen kugelig (8 μ) oder eiförmig bis elliptisch (11 bis 12 ≍ 7 μ). Berkeley und Broome geben die Sporen 10 ≍ 8 μ groß an.

Dieselbe Form kommt auch im Wienerwald vor.

Nach Schröter (Pilze Schlesiens, I, p. 101) soll die var. *porioides* (A. et S.) bis 20 μ lange Sporen haben, meine Wienerwald-Exemplare zeigen aber nur bis 13 μ lange (siehe auch Jahn, Ber. d. d. bot. Ges., XX, p. 269).

An morschem Bambusrohr, Buitenzorg.

Badhamia macrocarpa Rost. Monogr., p. 143 (1875). — Lister, Monogr., p. 33.

Das lange nicht bekannt gewesene *Plasmodium* dieser Art ist nach Lister rein weiß gefärbt.

An morschem Holz, Buitenzorg.

Physarum cinersum Pers. in Römer, N. Mag. Bot., I, p. 89 (1794). — Lister, Monogr., p. 55.

An dürren Blättern, Ceylon; Peradenya; Java: Buitenzorg.

Physarum nutans Pers. in Usteri, Ann. Bot. XV, p. 6 (1795). — Lister, Monogr., p. 50.

An morschem Holze, Buitenzorg.

Physarum Berkeleyi Rost., Monogr., p. 105, Fig. 88 (1875). — Lister, Monogr., p. 47.

Der blaßrötliche Stiel ist kaum länger als der Durchmesser der schwefelgelben Peridie. Eine etwas abweichende Form, die aber eher zu dieser Art als zu *Ph. viride* zu gehören scheint. Die Kalkknoten sind sehr blaßgelblich.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Physarum globuliferum Pers., Synops., p. 175 (1801). — Lister, Monogr., p. 40.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Physarum nucleatum Rex. in Proceed. Acad. Nat. Sc. Phil. 1891, p. 389. — Lister, Monogr., p. 49.

Ganz die normale Form.
An morschem Holze, Buitenzorg.

Physarum viride Pers. Usteri, Ann. Bot. XV, p. 6 (1795). — Lister, Monogr., p. 46.

α-luteum Lister, l. c.

An morschem Holze, Tjibodas.

Physarum bogoriense Racib., Hedwigia, 1898, p. 52.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Physarum melleum (Berk. et Br.) Massee, Monogr., p. 278 (1892). — Lister, Monogr., p. 43. — Berkeley und Broome, F. of Ceylon, Nr. 751, in Journ. of Linn. Soc. XIV, p. 83 (1873).

Gut stimmend, doch die Kalkknoten des Capillitiums, namentlich die äußeren, manchmal graugelblich oder gelb.
An morschem Holze, Buitenzorg.

Physarum virescens Ditm. in Sturm, Deutschl. Fl., Pilze, I, p. 123 (1817). — Lister, Monogr., p. 59.
β-obscurum Lister, l. c.

Weicht von dieser Varietät durch etwas größere Sporen und durch matte Sporangien ab, in deren Membran gelbe Kalkkörnchen reichlich vorkommen. Die Sporangien stehen vereinzelt und sind schmutziggelblichgrau. Neben den normalen Sporen viele abnorm große.
An morschen Zweigen, Buitenzorg.

Physarum javanicum Racib. in Hedwigia, XXXVII, p. 53 (1898).

Nach Lister (bei Jahn, Myxomycetenstudien, Ber. d. d. bot. Ges., XX [1902], p. 274) ist diese Art dem Anschein nach eine Form von *Ph. nutans* P. Allein meine gut entwickelten Exemplare zeigten, daß eine völlig verschiedene gute Art vorliegt. Im direkten Gegensatz zu *Ph. nutans* sind die Peridien unten niemals vertieft, sondern kegelig in den Stiel übergehend und oben stets tief genabelt. Das Aufreißen der Peridien findet sternförmig statt und geht vom Nabel aus. Die schmalen Sternlappen zerfallen bald, während die untere Hälfte der Peridie in Form einer flachen Schale erhalten bleibt. Der ganze Pilz ist stets fast einfärbig opak-weiß, der Stiel ist dünnfädig und nach oben nur wenig schmäler, er ist weniger stark feinkörnig, und zwar nur in seinen äußeren Partien inkrustiert, sehr brüchig und etwas ins Gelbliche spielend. Eine Columella fehlt vollständig, da der Stiel in der Peridienbasis etwas scheibig verbreitert und flach abgeschnitten endigt. Das Capillitium und seine Kalkknoten sind ganz anders als bei *Ph. nutans* gebaut. Es besteht fast ganz aus spindelförmigen und verzweigten, netzig verbundenen Kalkknoten und zeigt fast überall körnige Einlagerungen, da dünnfädige, kalkfreie Verbindungsstücke sehr spärlich sind. Es erinnert an *Badhamia*-Capillitien. Der Stiel erscheint in Glycerinpräparaten außen kaum gelblich, innen gelbbraun.

Am nächsten ist *Physarum javanicum* verwandt mit *Trichamphora pezizoidea*, ja es scheint fast, als würde es eine mit vielen Kalkkörnchen inkrustierte Form dieser Art sein. Wenn nun auch dies gewiß nicht der Fall ist, so ist es doch sicher, daß *Physarum javanicum* mit *Trichamphora pezizoidea*, der sie auch makroskopisch ganz ähnlich ist, näher als irgendeine andere *Physarum*-Art verwandt ist.

An Pflanzenteilen, Tjibodas.

Physarum compactum Lister, Monogr., p. 44 (1894).

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Physarum tenerum Rex in Proceed. Acad. Nat. Sc. Phil., 1890, p. 192. — Lister, Monogr., p. 44.

Eine etwas abweichende Form. Sporangien schwefelgelb, klein. Stiel weiß, ganz mit Kalkkörnern inkrustiert. Kalkkörnchen in der Peridie und in den Kalkknoten fast farblos, bis 3 μ groß, doch meist kleiner. Im übrigen ganz stimmend. *Ph. tenerum* Rex scheint mir nur eine Form von *Ph. melleum* zu sein, bei welcher Art die Kalkknoten manchmal auch zum Teil etwas gelblich sind.

An morschen Blättern, Buitenzorg.

Physarum inaequale Peck. Rep. N.-York. Mus. Nat. Hist., XXXI, p. 40 (1879). — Lister, Monogr., p. 60.

Obwohl die Kalkknoten des Capillitiums innen nicht oder nur undeutlich rötlich gefärbt sind, rechne ich die gefundene Form doch zu dieser Art und nicht zu *Ph. virescens* Ditm., weil alle anderen Merkmale auf *Ph. inaequale* weisen. Der Pilz bildet meist eigenartig geformte Plasmodiocarpien und ist lebhaft bräunlich-ockergelb.

Der älteste Name dieser Art scheint *Didymium lateritium* Berk. et Br., Grevillea, II (1873), p. 65, zu sein. In Raciborsky's Aufzählung (Hedwigia, 1898, p. 52) der javanischen Myxomyceten erscheint er als *Ph. croceo-flavum* (Berk. et Br.), ein Speziesname, der im Dezember 1873 publiziert wurde (J. of Linn. Soc. XIV, 1873, p. 84).

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Physarum bivalve Pers. in Usteri, Ann. Bot. XV, p. 5 (1795). — Lister, Monogr., p. 57.

Die innere Peridiummembran ist blaßviolett und zeigt die Farben dünner Blättchen.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Physarina n. gen. *(Physaraceae).*

Sporangien gestielt. Peridie häutig mit aufgesetzten zylindrischen, aus Kalkkörnchen bestehenden Warzen. Capillitium ohne Kalkknoten, dünnfädig; Stiel in eine kugelige Columella übergehend; beide mit Kalkkörnchen ausgefüllt. Sporen violett.

Physarina echinocephala n. sp.

Pilz herdenweise, etwa 800 μ hoch; Sporangien etwa 500 μ breit, schwach niedergedrückt kugelig, chokoladebraunschwarz, mit dünner, durchsichtiger, zerbrechlicher Peridie, der zahlreiche zylindrische, oben meist abgestumpfte, aus 1 bis 4 μ breiten, runden Kalkkörnchen bestehende, 40 bis 60 μ breite, 80 bis 100 μ hohe Warzen oder Stacheln von lichtrötlichgrauer Farbe aufgesetzt sind. Auf den Querschnitt durch das Sporangium kommen etwa 16 Stacheln. Stiel weiß, derb, 400 bis 420 μ hoch, 200 bis 250 μ breit, matt, rauh, zylindrisch oder nach

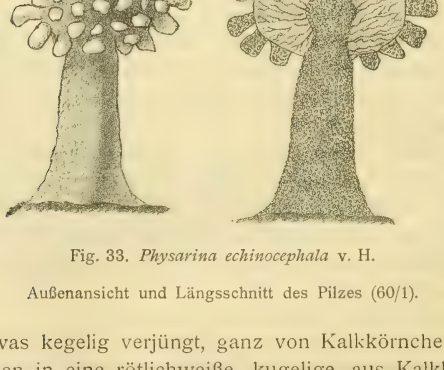


Fig. 33. *Physarina echinocephala* v. H.

Außenansicht und Längsschnitt des Pilzes (60/1).

oben etwas kegelig verjüngt, ganz von Kalkkörnchen durchsetzt, oben in eine rötlichweiße, kugelige, aus Kalkkörnchen bestehende Columella, die in die Mitte der Sporangien hineinreicht, übergehend. Capillitium aus radial verlaufenden, festen, violetten, nach außen unter spitzen Winkeln verzweigten, wenig netzig verbundenen, fast freien Fäden bestehend, Sporen dunkelviolett, fast glatt, kugelig, 8 bis 9 μ.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Physarina unterscheidet sich von *Physarum* durch die mächtigen, der Peridie aufgesetzten Kalkkörnchenmassen und den Mangel an Kalkknoten im Capillitium. Wie die beistehende Fig. 33 zeigt, ist es ein auffallender Myxomycet, der sich durch

die fast stacheligen Sporangien von allen bisher bekannten unterscheidet.

Fuligo septica Gmelin, Syst. Nat., p. 1466 (1791). — Lister, Monogr., p. 66.

Die Sporen sind glatt, teils kugelig (7 μ), teils eikugelig (8 = 7 μ).

An morschem Holze, Tjibodas.

Craterium leucocephalum Ditmar, in Sturm, Deutschl. Flora, Pilze, p. 21, Taf. 11. — Lister, Monogr., p. 72.

An dürren Stengeln und Blättern, häufig bei Buitenzorg.

Craterium mutabile Fries, Systema mycol. III, p. 154 (1829). — Lister, Monogr., p. 73.

An morschen Blättern, Buitenzorg.

Craterium pedunculatum Trentepohl, in Roth, Cat. Bot. I, p. 224 (1797). — Lister, Monogr., p. 70.

An morschen Blättern, Buitenzorg.

Trichamphora pezizoidea Jungh. Praemissa in floram cryptogamicam Javae insulae, Batavia, 1838 (Verh. van het Batav. Genott. v. Kunst en Wettensch. XVIII. T., III. St., p. 12). — Lister, Monogr., p. 89.

Die Exemplare sind alt und stark entleert. Die Sporen weichen durch ihre geringere Größe (8 bis 9 μ) und ihre Glätte ab.

Offenbar liegt jene Form vor, die Jahn (Ber. d. d. bot. Ges. XX, p. 273) aus Blumenau (Brasilien) beschreibt und welche Lister, wie ich aus meinen Exemplaren aus Java ersehe, mit Recht zur Junghuhn'schen Art rechnet.

An morscher Rinde, Buitenzorg.

Chondrioderma subdictyospermum Rost. Mon. App., p. 16 (1876). — Lister, Monogr., p. 77.

Völlig stimmend.

Auf Lateriterde, Buitenzorg.

Chondrioderma reticulatum Rost., Mon., p. 170 (1875). — Lister, Monogr., p. 79.

Die Sporangien des Exemplars sind meist rundlich, knopfförmig.

Auf dürren Blättern, Buitenzorg.

Chondrioderma (Leangium) rugosum Rex. in Proceed. Acad. Nat. Sc. Phil. 1893, p. 369. — Lister, Monogr., p. 84.

Vollkommen genau stimmend.

Auf dürren Blättern, Buitenzorg.

Die Art wurde nach Lister, l. c., bisher nur einmal in Nordcarolina (Nordamerika) gefunden, ist daher ihre Auffindung in Java von Interesse.

Diachaea elegans Fries, Syst. orb. veg. I, p. 143 (1825). — Lister, Monogr., p. 90.

Die normale Form mit zylindrischen Sporangien.

An dürren Blättern, Ceylon, Peradenya.

Didymium Clavus Rost., Mon. 153 (1875). — Lister, Monogr., p. 96.

Völlig zu Lister's Beschreibung stimmend.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Eine zweite, etwas derbere Form, ebenfalls aus Buitenzorg, hatte nur 5 bis 6 μ große Sporen.

Didymium effusum Link. Observ. II, p. 42 (1816). — Lister, Monogr., p. 99.

Stimmt genau, nur sind die 8 μ großen Sporen fast glatt.

An Blättern etc., Buitenzorg.

Didymium commutabile Berk. et Br. Journ. of Linn. Soc. XIV, p. 83 (1873). On the fungi of Ceylon, Nr. 746. — Lister, Monogr. of Mycetozoa, p. 96 (sub *D. Clavus* Rost.). Saccardo, Syll. VII, p. 377. — Rostafinsky, Mon. App., p. 21.

Lister betrachtet diese Form als zu *D. Clavus* Rost. gehörig. Sie ist jedenfalls nahe mit ihr verwandt, scheint aber doch eine eigene Art zu bilden.

Die vorliegenden Exemplare zeigen unten konkave, halbkugelige bis scheibenförmige, 600 bis 700 μ breite Sporangien, die von sternförmig angeordneten, dichtstehenden Krystallen weißmehlig sind. Der Stiel ist bis 1 *mm* hoch, weißlich oder gelblich und stark krystallinisch inkrustiert. Eine Columella fehlt. Das Capillitium besteht aus blaßvioletten, wellig verlaufenden, 1 bis 2 μ dicken Fäden. Die Sporen sind rundlich, fast glatt, schmutzig blaßviolett und nur 5 bis 6 μ groß.

Scheint also durch den weißlichen, inkrustierten Stiel und die kleineren Sporen (die nur ausnahmsweise 7 μ breit werden) von *D. Clavus* verschieden zu sein. Auch sind die Sporangien nie gefleckt und sind die Stiele nach oben stark konisch verjüngt.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Didymium farinaceum Schrad., l. c.

α-genuinum Lister, Monogr., p. 97.

Eine ähnliche Form wie die folgende, aber mit 10 bis 11 μ großen Sporen.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Didymium farinaceum Schrad. Nov. Gen. Pl., p. 26 (1797). — Lister, Monogr., p. 97.

β-*minus* Lister, l. c.

Der Stiel ist etwa 800 μ lang und oben 40 μ, unten 200 μ breit. Ist daher eine langstielige, dem *D. nigripes* ganz ähnliche Form, welche als *D. microcarpum* Rost. beschrieben wurde und sich von *D. nigripes* durch den opaken und granulierten Stiel unterscheidet. Sporen glatt, 8 bis 9 μ.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Didymium nigripes Fries, Syst. myc. III, p. 119 (1829).

α-genuinum Lister, Monogr., p. 98.

Der Stiel ist lang, dunkelbraun, die Peridienmembran hyalin zart und sehr zerbrechlich. Die große kugelige Columella dunkelbraun.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Diachaeella n. gen. *(Didymiaceae).*

Sporangium gestielt. Stiel als Columella in das Sporangium eintretend. Stiel und Columella mit großen, zusammengesetzten, abgerundeten Krystalldrusen ausgefüllt. Peridie zart und weichhäutig, nicht zerbrechlich, ohne Kalkeinlagerungen. Stielmembran dünn, weichhäutig, ohne oder mit spärlichen Kalkkörnchen. Capillitium ohne Kalkknoten. Sporen violett.

Typus: *Didymium bulbillosum* Berk. et Br. Ceylon (Brit. Museum Nr. 592 nach Lister). Berkeley und Broome, Fungi of Ceylon, Nr. 753, in Journ. of Linn. Society, XIV, p. 84 (1873).

Fig. 34. *Diachaeella bulbillosa* (Berk. et Br.) v. H.

Längsschnitt durch den Pilz (40/1) und eine Kalkdruse (250/1).

Lister (Monogr., p. 91) vereinigt *Didymium bulbillosum* mit *Diachaea elegans*. Er sagt, daß die Columella kalkfrei ist. Meine schönen, in Java gesammelten Exemplare, die zweifellos hierher gehören, zeigen aber, daß Stiel und Columella mit bis 50 μ großen, rundlichen oder unregelmäßigen zusammengesetzten Kalkdrusen ausgefüllt sind.

Später (bei Penzig, Die Myxomyceten der Flora von Buitenzorg, Leiden, 1898, p. 47) hat Lister die Artberechtigung von *Didymium bulbillosum* anerkannt und nennt den Pilz *Diachaea bulbillosa* (Berk. et Br.) Lister. Penzig (l. c.) gibt eine ausführliche Beschreibung des Pilzes, die aber einige Fehler aufweist. Die Kalkmassen im Stiele sind nicht rhombisch, sondern knollig, abgerundet, die Peridie ist nicht rauchfarben, sondern hyalin, die Sporangien nicht stets exakt kugelförmig, sondern oft auch eiförmig.

Bei der Gattung *Diachaea* kann aber der Pilz nicht bleiben. *Diachaea* hat als Physaree nur kleinkörnige Kalkeinlagerungen, während *Didymium bulbillosum* nur große, zusammengesetzte Drusen zeigt und daher eine Didymiacee ist. Als solche muß für sie eine neue Gattung aufgestellt werden, die unter den Didymiaceen die Gattung *Diachaea* vertritt. Dies ist nun mit der Aufstellung der Gattung *Diachaeella* geschehen. Da der Unterschied zwischen den Physareen und Didymiaceen nur auf der Verschiedenheit der Kalkeinlagerungen, auf der Form und Größe derselben beruht, ist diese Gattungsneuaufstellung eine systematische Notwendigkeit. Sie ist auch praktisch vorteilhaft, denn vergleicht man *Diachaea elegans* und *Diachaeella bulbillosa* unter dem Mikroskop miteinander, so erkennt man sofort, daß man es hier mit zwei generisch voneinander verschiedenen Myxomyceten zu tun hat.

Diachaeella bulbillosa (Berk. et Br.) v. H.

Syn.: *Didymium bulbillosum* Berk. et Br., l. c.
Diachaea bulbillosa (Berk. et Br.) Lister, in Penzig, l. c.
Diachaea splendens Racib., in Hedwigia, XXXVII, p. 54 (non Peck).

Sporangien mattschwarz, kugelig oder eiförmig, etwa 350 bis 400 μ breit. Peridie hyalin, zart und weichhäutig, strukturlos, in Wasser sich blasig abhebend. Stiel zylindrisch oder kegelig, dick, 400 bis 500 μ hoch, 150 bis 200 μ breit, opak weiß, an der Basis manchmal knollig verdickt, einem rundlichen, häutigen Hypothallus aufsitzend, als kegelige oder zylindrische Columella bis zur Mitte der Sporangien eintretend, von einer hyalinen oder schwach körnigen, wenig faltigen, farblosen, dünnen Membran eingehüllt, so wie die Columella mit rundlichen oder unregelmäßigen, zusammengesetzten, meist 20 bis 40 μ großen Kalkdrusen ausgefüllt. Capillitium aus verzweigten, 1 bis $1^1/_2$ μ dicken, netzig verbundenen Fäden bestehend. Letzte Endigungen des Capillitiums sehr dünn, farblos, der Peridie anliegend. Verzweigungsstellen desselben nicht verbreitert, ohne Kalkknoten. Sporen grauviolett, derbwandig, unregelmäßig rundlich, manchmal abgerundet polygonal, unregelmäßig warzig, 8 bis $8^1/_2$ μ.

An dürren Blättern, Buitenzorg.

Lepidodermopsis n. gen. *(Didymiaceae).*

Sporangien gestielt. Peridie derb, cartilaginös, mit aufgesetzten sternförmigen Kalkdrusen. Stiel ohne Kalkeinlagerungen, schwammig gebaut, mit festerer Achse, oben in die große, kugelige, Kalkkonkretionen aufweisende Columella übergehend. Capillitium ohne Kalkknoten. Sporen violett.

Typus: *Didymium leoninum* Berk. et Br. (Kew, Nr. 1554, nach Lister). Berk. et Br., Fungi of Ceylon, in Journ. of Linn. Soc. XIV, p. 83 (1873).

Rostafinsky (Monogr. App., p. 73) führt *Didymium leoninum* als Synonym bei *Lepidoderma tigrinum* Rost. auf. Nach Lister (Monogr., p. 106) ist das Originalexemplar von *Didymium leoninum* Berk. et Br. (K. 1554) unreif; Sporen und Capillitium sind unentwickelt, die orangefärbige, cartilaginöse Peridienmembran ist mit großen, sternförmigen Krystalldrusen bedeckt. Die Columella ist schwammig aufgebaut und zeigt rundliche Kalkkonkretionen.

Nach diesen Angaben Lister's ist es mir mit Berücksichtigung der Originaldiagnose Berkeley und Broome's nicht zweifelhaft, daß ein von mir reichlich gesammelter und gut entwickelter Myxomycet hierher gehört. Er ist in der Tat fast löwengelb gefärbt. Er kann aber ohne Zwang in keine der bestehenden Gattungen eingereiht werden. Er bildet einen Übergang von *Didymium* zu *Lepidoderma.*

Von *Didymium* unterscheidet er sich durch die derbe, cartilaginöse, stark gefärbte Peridie und den schwammigen, ganz eigenartigen Aufbau des Stieles. Der Vergleich zeigte mir, daß er mit keiner *Didymium*-Art eine nähere Verwandtschaft hat. Bei ungenügender Formenkenntnis und flüchtiger Untersuchung könnte er für *D. nigripes* Fr. β-*eximium* (Peck) gehalten werden, was er jedoch nicht ist. Viel näher ist er mit *Lepidoderma tigrinum* Rost. verwandt; schon Berkeley und Broome (l. c.) erkannten dies. Allein sie sahen auch, daß der Pilz schon durch die nicht schuppenförmigen, sondern sternförmigen Krystalle der Peridie davon völlig verschieden ist, daher sie ihn auch nicht als Varietät dieser Art aufführen, sondern als gute Spezies, die er auch ist. Die nahe Verwandt-

schaft mit *Lepidoderma tigrinum* ergibt sich aus der Derbheit und cartilaginösen Beschaffenheit der Peridie, dem eigenartigen schwammigen Aufbau von Stiel und Columella und dem Vorhandensein von rundlichen Konkretionen in letzterer. In der Tat ist *Lepidodermopsis* eigentlich eine *Lepidoderma* mit

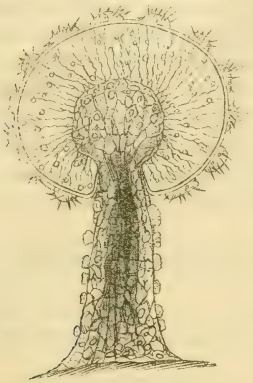


Fig. 35. *Lepidodermopsis leoninus* (Berk. et Br.) v. H.

Längsschnitt durch den Pilz (40/1).

spitzen, sternförmigen Krystalldrusen. Durch diese nähert er sich der Gattung *Didymium*.

Lepidodermopsis leoninus (Berk. et Br.) v. H.

Syn.: *Didymium leoninum* Berk. et Br., l. c.

Pilz frisch einfärbig chromgelb bis löwengelb, später oben verbleichend graugelblich. Sporangium kugelig, 680 μ breit, außen dicht mit 40 bis 60 μ großen, langstacheligen Krystalldrusen bedeckt; nach Abfall dieser braunschwarz. Stiel meist kurz und dick (600 × 200 μ) oder etwas länger, matt; Hypothallus gut entwickelt, chromgelb, etwas körnig rauh. Peridie derb, cartilaginös, ocker- bis orangegelb, durchscheinend. Stiel locker schwammig aufgebaut, mit festerer, dunklerer Achse, aus

durchsichtigen, keine Einlagerungen zeigenden gelben Fäden und Lamellen aufgebaut, oben in eine kugelige, bräunlichgelbe, derbe, häutig-schwammige, zahlreiche rundliche, fast farblose, 8 bis 10 μ große Kalkkonkretionen enthaltende Columella übergehend. Capillitium radialfädig, wenig verzweigt, violett, ohne Kalkknoten, aus 1 bis 1·5 μ breiten Fäden bestehend, die regelmäßig wellig verbogen sind, nach außen und innen dünner werden, an beiden Enden hyalin werden und daselbst zart verzweigt sind, an der Peridie und Columella nur locker anhaftend. Der Stiel besteht aus schwammig-blasig angeordneten Lamellen und Fasern, die durchsichtig und von mehr minder lebhafter gelbbrauner bis chromgelber Färbung sind. Manchmal ist der Stiel kalkfrei, oft enthält derselbe jedoch zahlreiche, große, zusammengesetzte, rundliche oder abgerundet-eckige Kalkkonkretionen.

An dürren Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Stemonitis herbatica Peck, in Report. N.-York Mus. XXVI, p. 75 (1874). — Lister, Monogr., p. 114.

Stimmt ganz genau und hat ausgesprochen violette Sporen. Der Pilz wurde in Tjibodas aus einem goldgelben Plasmodium erzogen. Dieses war bisher bei dieser Art unbekannt. Nur *Stemonitis flavogenita* Jahn hat ein zitronengelbes Plasmodium, alle anderen *Stemonitis*- und *Comatricha*-Arten besitzen normal ein wasserhelles oder weißes Plasmodium. Mit *St. flavogenita* Jahn ist in der Tat die vorliegende Art am nächsten verwandt.

Auf morschem Holz aus goldgelben Plasmodium erzogen, das auf grüne Blätter und selbst weißes Papier wanderte. Tjibodas. Auf dürren Blättern in Buitenzorg.

Comatricha longa Peck, in Report. N.-York Mus. 1890. — Lister, Monogr., p. 119.

α-genuina Lister, l. c.

Eine Form mit lockerem, wenig entwickeltem Capillitium. Nach Lister sind die Sporen stachelig und die Stacheln feinnetzig verbunden. Nach Raciborsky (Hedwigia, XXXVII, 1898, p. 54) sind sie mit regelmäßig stehenden Warzen bedeckt.

Ich finde, daß die Sporenmembran aus einer inneren violetten und einer äußeren hyalinen Schichte besteht. Letztere zeigt eine Stäbchendifferenzierung. Die Stäbchen sind etwas dunkler und undeutlich netzig verbunden. Die Sporen sind glatt.

Peradeniya, an morschen Pflanzenteilen.

Comatricha typhoides Rost., Versuch., p. 7 (1873). — Lister, Monogr., p. 120.

α-genuina Lister, l. c.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

Hemitrichia Serpula Rost., Versuch., p. 14 (1873). — Lister, Monogr., p. 179.

Die gefundenen Exemplare weichen nur wenig durch etwas größere Sporen (14 bis 15 μ) und breiteres Capillitium (7 μ) mit bis 7 μ langen Stacheln ab.

An morschen Pflanzenteilen in Buitenzorg.

Arcyria punicea Pers., in Römer, N. Mag. Bot. I, p. 90 (1794). — Lister, Monogr., p. 188.

Eine sehr abweichende Form. Die Sporangien und das Capillitium sind lebhaft gelblich-zimtbraun. Der Stiel ist 1·3 *mm* hoch, dünn, rotbraun. Nur die Basis der Sporangien ist manchmal mehr rötlich. Die Capillitiumfäden sind bräunlichgelb, nur $2^1/_2$ bis 3 μ dick und locker mit Halbringen und kurzen Dornen besetzt. Die Sporen sind farblos, nur 6 μ breit. Gehört aber sicher in den Formenkreis dieser sehr variablen Art. Alle anderen Merkmale stimmen.

An morschem Holz, Buitenzorg.

Perichaena depressa Lib., Pl. crypt. Ard., p. 378 (1837). — Lister, Monogr., p. 197.

Die gefundene Form hat 12 bis 13 μ große Sporen, welche sehr fein hyalin stachelig sind. Das 2 μ dicke Capillitium ist reichlich vorhanden. Durch die größeren Sporen nähert sie sich

der *P. populina* Fr., von der sie aber durch das reichliche Capillitium verschieden ist. Nach Lister sind diese beiden Arten sehr nahe miteinander verwandt.

An morschen Pflanzenteilen, Buitenzorg.

288. Zur Synonymie einiger Pilze.

1. *Asterosporina lanuginella* Schröter (1889 in Pilze Schlesiens, I, p. 577) ist nach der Beschreibung höchstwahrscheinlich gleich *Inocybe rufo-alba* Pat. et Doass. (Pat. Tabul. anal. Nr. 548, und Revue mycol. 1886, p. 26) und gleich *Inocybe fulvella* Bres. (Fung. trid. II, p. 16).

2. *Dendrodochium hymenuloides* Sacc. (Bull. soc. myc. 1896, p. 71, Taf. VII, Fig. 4), Syll. XIV, p. 1116, ist ein *Myxosporium*, das nach dem Originalexemplar von *Myxosporium Diedickei* Sydow (in Sydow, Mycoth. germanica, Nr. 279), Annal. mycol. 1904, p. 529, mit diesem identisch ist. Der Pilz kommt auch in Bayern vor (leg. Schnabl, 1896, am Sendling bei München in Allesch. und Schnabl, Fungi bavarici Nr. 599, Rab.-Pazschke, Nr. 4298 der Fung. europ.).

Ich fand den Pilz auch in Dalmatien. Er hat *Myxosporium hymenuloides* (Sacc.) v. H. zu heißen.

3. *Endoconidium fragrans* Delac. in Bull. myc. 1893, p. 184, Taf. XI, Fig. 2, ist höchstwahrscheinlich gleich *Thielaviopsis paradoxa* (de Seyn.) v. H., und zwar die Jugendform, wo die später sich entwickelnden schwarzen Sporen noch fehlen. Vielleicht ist auch die auch auf Zuckerrohr wachsende *Catenularia echinata* Wakker, Sacc. Syll. XVI, p. 1076, derselbe Pilz.

4. In diesen Fragmenten, III. Mitt., Nr. 96 (1907), habe ich angegeben, daß *Poria sanguinolenta* (A. et S.) keine echte *Poria*, sondern ein gestielter *Polyporus*, mit vom Substrat abgewandter Porenschichte, also eigentlich ein eigenes Genus ist. Seither fand ich, daß Karsten (Hedwigia, 1892, p. 292) die *Podoporia confluens* K. aufgestellt hat, von der ich nicht zweifle, daß sie mit der *Poria sanguinolenta* (A. et S.) identisch ist. Wollte man den Pilz in eine eigene Gattung stellen, müßte er *Podoporia sanguinolenta* (A. et S.) v. H. heißen.

5. Boudier hat in Icon. mycol. Tome III, pl. 587, unter dem Namen *Gliocladium piliforme* (Pers.) Boud. denselben Pilz abgebildet, den ich (Ann. mycol. 1903, p. 528) als *Gliocladium luteolum* beschrieben habe. Die Persoon'sche Beschreibung des *Stilbum piliforme* (Synops. method. Fung. 1801, p. 681) stimmt nach keiner Richtung hin zu dem Pilze. Corda's Figur und Beschreibung von *Stilbum piliforme* (Icones, III, p. 13, Fig. 41) stimmt ebenfalls gar nicht, bezieht sich aber wahrscheinlich auf eine andere Form. *Stilbum piliforme* Pers. wird 3 bis 4 *mm* hoch und hat einen pfriemenförmigen, schwarzen Stiel. Es ist offenbar irgend eine *Phaeostilbeae*, während *Gliocladium luteolum* einen hell ockergelben, nur 6 bis 10 μ dicken und nur $^1/_3$ bis 1 *mm* hohen, fadenförmigen Stiel hat. Da Boudier nach seiner Angabe in litt. ein Persoonsches Original von *Stilbum piliforme* nicht gesehen hat, muß der Pilz weiterhin den ihm von mir gegebenen Namen führen.

Namenverzeichnis.

Seite

Acanthostigma Bambusae n. sp. ... 334
» *fennicum* (Karst.) Berl. ... 333
Ackermannia Pat. ... 400
Acrotheca Zignoëllae n. f. ... 332
Acrothecium Bambusae n. f. ... 335
Agaricus Canarii Jungh. ... 275
Agyrieen ... 362
Agyriopsis ... 363
Agyrona n. g. ... 364
» *atroviridula* (Rehm) v. H. ... 365
Aleurina subapiculata n. sp. ... 397
Anthostomella mirabilis (Berk. et Br.) v. H. ... 328
Arcyria punicea Pers. ... 441
Arenaea javanica Penz. et Sacc. ... 391
Arthonieen ... 360
Arthothelium Flotowianum Körb. ... 348
Articularia n. g. ... 407
» *quercina* (Peck) v. H. ... 409
Articulariella n. g. ... 410
» *aurantiaca* (E. et M.) v. H. ... 410
Ascomycetella aurantiaca E. et M. ... 408
» *floridana* E. et M. ... 357
» *punctoidea* Rehm ... 364
» *purpurascens* Rehm ... 352
» *quercina* Peck ... 357, 358, 410
» *quitensis* Pat. ... 362, 363
» *sulphurea* Wint. ... 355
Ascosorus floridanus (E. et M.) P. H. et R. ... 355
Asterina Ilicis Ell. ... 362, 363
Asterosporina lanuginella Schröt. ... 442
Astrocystis mirabilis Berk. et Br. ... 326, 328
Badhamia macrocarpa Rost. ... 427, 428
Basidiobotrys n. g. ... 420
» *Clautriavii* (Pat.) v. H. ... 420

Seite

Belonidium albo-cereum Penz. et Sacc. ... 384
album (Crouan.) Sacc. ... 386
basitrichum Sacc. ... 384
» *fructigenum* P. Henn. ... 384
» *javense* n. sp. ... 382
Marchalianum S. B. et R. ... 385
» *minutissimum* Phill. non Batsch. ... 385
» *Rathenowianum* P. Henn. ... 382
Belonioscypha basitricha (Sacc.) v. H. ... 386
Bulgarieen ... 360
Calloria meliolicola P. Henn. ... 379, 380
Calonectria Meliae Zimm. ... 301
Catenularia echinata Wakker ... 442
Cenangium (Encoelia) helvolum (Jungh.) Sacc. ... 377
» *luteogriseum* n. sp. ... 379
Ceratiomyxa mucida P. Schröt. ... 428
» var. β-*filiformis* (Berk. et Br.) ... 428
Ceratocladium Clautriavii Pat. ... 418
Ceratosphaeria quercina ... 382
Ceratostomella bambusina n. sp. ... 337
Chaetosphaeria coelestina n. sp. ... 324
Chondrioderma reticulatum Rost. ... 434
» *(Leangium) rugosum* Rex. ... 427, 434
» *subdictyospermum* Rost. ... 433
Circinotrichum microspermum n. sp. ... 411
Clasterosporium glomerulosum Sacc. ... 412
Clavaria aeruginosa Pat. ... 289
» *Zippelii* Lév. ... 289
Collybia muciflua n. sp. ... 276
Comatricha longa Peck α-*genuina* Lister ... 440
» *typhoides* Rost. α-*genuina* Lister ... 441
Cookella erysiphoides Rehm ... 369
» *microscopica* Sacc. ... 355, 411
Cookellaceen ... 354
Cordyceps Ouwensii v. H. n. sp. ... 309
» *coccinea* Penz. et Sacc. ... 304
» *Coronilla* n. sp. ... 306

Seite

Cordyceps interrupta n. sp. 303
» *Mölleri* P. Henn. 304
» *podocreoides* n. sp. 308
» *rhizoidea* n. sp. 307
» *subochracea* Penz. et Sacc. 304
» *unilateralis* (Tul.) var. *javanica* v. H. 305
Coryne meliolicola (P. Henn.) v. H. 380
» *purpurea* (Ph. et H.) v. H. 361
Corynetum juniperinum Ell. 413
Craterium leucocephalum Ditm. 433
» *mutabile* Fr. 433
» *pedunculatum* Trent. 433
Cryphonectria hypocreaeformis (Hazsl) v. H. 297
Curreya (Curreyella) Flotowiana (Körb.) v. H. 348
Dacryopsis culmigena (Mont. et Fr.) v. H. 291
» *Typhae* n. sp. 290
Dasyscypha Carestiana (Rbh.) 390
Dasyscyphella dificillima n. sp. 393
Dendrodochium epistroma n. sp. 424
» *hymenuloides* Sacc. 442
Diachaea bulbillosa (Berk. et Br.) Lister 427, 436
» *elegans* Fr. 434, 436
» *splendens* Rac. 439
Diachaella n. g. 438
» *bulbillosa* (Berk. et Br.) v. H. 438, 439
Diaporthe (Chorostate) libera n. sp. 340
Didymium bulbillosum Berk. et Br. 438
» *Clavus* Rost. 436
» *commutabile* (Berk. et Br.) 436
» *effusum* Link. 436
» *farinaceum* Schröt. 437
» » β-*minus* Lister. 437
» *leoninum* Berk. et Br. 440
« *nigripes* Fr. α-*genuinum* Lister 437, 440
Dothichiza Coronillae (Desm.) v. H. 401
Dothideaceen 352
Durella connivens (Fr.) 382

Seite

Dyctionella n. g. 368, 370
Elsinoëen 372
Endoconidium fragrans Del. 442
Englerula Macarangae P. Henn. 319
Englerulaceae 318
Entomophthora Anisopliae 406
Erinella javensis n. sp. 394
Eurytheca monspeliensis de Seynes 352
Exosporium deflectens Karst. 413
» *glomerulosum* (Sacc.) v. H. 413
Fuligo septica Gmel. 433
Gibellula eximia v. H. 417
Globulina Speg. 322
Guilliermondia saccoboloides Boud. 370
Guilliermondiaceen 370
Haematomyces orbilioides (Feltg.) v. H. 400
Harknessiella purpurea (Ph. et H.) Sacc. 360
Helotium (Calycella) griseolum n. sp. 388
» *obconicum* n. sp. 389
Hemitrichia Serpula Rost. 441
Hendersonia Typhae Oud. 404
» *typhoidearum* Desm. 402
Heterochaete javanica n. sp. 292
Hyaloderma Speg. 322
Hypocrea Nymani P. Henn. 300
Hypocrella cretacea n. sp. 311
Hypomyces australiensis n. sp. 294
» *javanicus* n. sp. 293
» *Stuhlmannii* P. Henn. 294
Hypoxylon bogoriense n. sp. 341
» *gigaspermum* P. Henn. 342
Inocybe fulvella Bres. 442
» *rufo-alba* Pat. et Doas. 442
Isaria abietina n. sp. 416
» *amorpha* n. sp. 415
» *gracilis* Voss. 330, 414
Konradia bambusina Rac. 312

Seite

Konradia secunda Rac. ... 312
Kusanoa japonica P. Henn. et Shir. ... 353
Lachnea folliculata n. sp. ... 396
Lasiobelonium globulare n. sp. ... 387
Lasiosphaeria Britzelmayri Sacc. ... 333
» *Garryae* v. H. ...
Lepidodermopsis n. g. ... 438
» *leoninum* (Berk. et Br.) v. H. ... 439
Leptonia pallide-flava P. Henn. et E. N. ... 284
Leptophyma aurantiacum (E. et M.) Sacc. ... 355, 357, 408
Leptosphaeria (Sekt. *Astrosphaeria*) *Trochus* (Penz. et Sacc.) v. H. ... 328
Letendraea atrata Penz. et Sacc. ... 338
Lichenes ... 374
Lophionema Bambusae n. sp. ... 323
Macrosporium heteronemum Desm. ... 407
Marasmius cylindraceo-campanulatus P. Henn. ... 288
Melanomma anceps n. sp. ... 330
» *Trochus* Penz. et Sacc. ... 326
Meliola Hercules n. sp. ... 316
» *substenospora* n. sp. ... 317, 379
Metasphaeria javensis n. sp. ... 328
Micropeltis bambusina n. sp. ... 322
» *orbicularis* (Zimm.) v. H. ... 370
Microphyma Bubákii Rehm ... 360
» *Rickii* Rehm ... 370
Microthyriaceen ... 370
Microthyriella Rickii (Rehm) v. H. ... 371
Microthyrium Laguncullariae Wint. ... 363
Molleriella Epidendri Rehm ... 374
» *mirabilis* Wint. ... 365
» *Sirih* Zimm. ... 367
Mycena breviseta n. sp. ... 283
» *clavulifera* (Berk. et Br.)? ... 280
» *illuminans* P. Henn. ... 278
» *longiseta* n. sp. ... 282
Myriangiaceen ... 352

Seite

Myriangiella orbicularis Zimm. 370
Myriangiopsis sulphurea (Wint.) P. Henn. 358
Myriangium Cinchonae Rehm 360
» *floridanum* (Ell. et Galw.) Rehm 354
» *(Myriangina) mirabilis* P. Henn. 372
» *punctoideum* (Rehm) P. Henn. 364
» *(Ulcomyces) purpurascens* (Rehm) P. Henn. . 352
Myxosporium hymenuloides (Sacc.) v. H. 442
Nectria callispora n. sp. 295
» *coronata* Penz. et Sacc. 298
» *lucida* n. sp. 298
» *luteo-coccinea* n. sp. 299
» *subfurfuracea* P. H. et E. N. 297
Neopeckia Bambusae n. sp. 329
Omphalea cylindracco-campanulata (P. Henn.) v. H. 289
Oomyces javanicus n. sp. 314
Oospora destructor Bull. 406
Ophioceras Bambusae n. sp 337
Oudemansiella Canarii (Jungh.) v. H. 276
Patellariaceae 360
Penicillium Anisopliae (Metschn.) 406
» *cicadinum* n. sp. 405
Perichaena depressa Lib. 441
Peziza minutissima Batsch 385
Phaeoisaria n. gen. 330
» *Bambusae* n. f. 329
Phialea grisella Rehm 390
Phillipsiella atra Cke. 359
» *purpurea* Phill. et Harkn. 360, 361
Phillipsielleae 359
Phymatosphaeria Calami Rac. 363
Physalacria Bambusae n. sp. 290
Physarina n. gen. 431
» *echinocephala* n. sp. 432
Physarum Berkeleyi Rost. 428
» *bivalve* Pers. 431
» *bogoriense* Rac. 429

Seite

Physarum cinereum Pers. ... 428
» *compactum* Lister ... 430
» *globuliferum* Pers. ... 429
» *inaequale* Peck ... 431
» *javanicum* Rac. ... 430
» *melleum* (Berk. et Br.) ... 429
» *nucleatum* Rex. ... 429
» *nutans* Pers. ... 428
» *tenerum* Rex. ... 431
» *virescens* Ditm. β-*obscurum* List. ... 429
» *viride* Pers. ... 429
Pistillaria cardiospora Quel. ... 292
Pleospora conglutinata Goebel ... 412
Podocrea adpropinguans (Ces.) ... 301
Podoporia sanguinolenta (A. et S.) v. H. ... 442
Poria sanguinolenta (A. et S.) ... 442
Psalliota arginea Berk. et Br. ... 286
» *microcosmus* Berk. et Br. ... 285
Pseudosphaeriaceen ... 351
Psilopezia Fleischeriana P. H. et E. N. ... 398
» *mirabilis* B. et C. ... 400
» *myrothecioides* Berk. et Br. ... 399
» *tremellosa* Hazsl. ... 399
» *xylogena* Sacc. ... 400
Pustularia sundaica n. sp. ... 395
Saccardia atroviridula Rehm ... 364
» *Durantae* Pat. et Lagh. ... 365
» » var. *Rickii* Rehm ... 371
» *quercina* Cke. ... 368
Saccardiaceen ... 368
Saccardinula Rickii (Rehm) v. H. ... 372
Saccardomyces bactridicola P. Henn. ... 321
» *socius* P. Henn. ... 321
Sarcoscypha javensis n. sp. ... 395
Scolecopeltis aeruginea Z. ... 315
Scolecopeltopsis aeruginea (Z.) v. H. ... 316
Scolecosporium Typhae (Oud.) v. H. ... 405

Seite

Southworthia floridana Ell. et Galw. 354
?Scutula leucorrhodina Speg. 380
Sphaeria Coronillae Desm. 401
» *Tunae* Spreng. 346
Sphaeridium javense n. sp. 423
Sphaerocreas coccogenum (Pat.) v. H. 401
» *Dussi* (Pat.) v. H. 401
» *javanicum* 400
» *pubescens* Sacc. et Ell. 400
Sphaeronema grandisporum n. sp. 402
Sporidesmium glomerulosum Sacc. 412
Sporocystis fulva n. sp. 426
Stagonospora Typhae v. H. 404
Stemonitis herbatica Peck 440
Stromatographium stromaticum (Berk.) v. H. 417
Tapesia cruenta P. Henn. et Ploettn. 381
Thielaviopsis paradoxa (de Seyn.) v. H. 442
Thozetia nivea Berk. 423
Torrubia adpropinguans Ces. 301
Torrubiella sericicola n. sp. 302
Trichamphora pezizoidea Jungh. 433
Trichophyma Bunchosiae Rehm 374
Trichosphaeria bambusina n. sp. 336
» *javensis* n. sp. 335
Tryblidaria roseo-atra v. H. 347
Tuberculariopsis n. gen. 421
» *anomala* n. gen. et n. sp. 421
Uncigera Cordae Sacc. 408
» *uncigerum* (Cda.) 408
Unguicularia Carestiana (Rbh.) v. H. 391
» *Galii* (Mout.) v. H. 391
» *hamulata* (Rehm) v. H. 391
» *scrupulosa* (Karst.) v. H. 391
» *unguiculata* v. H. 391
Ustulina zonata Lév. 343
Volutella javanica n. sp. 425
Xylaria furcata Fr. 418

Seite

Xylocladium Clautriavii (Pat.) Syd. 420
Zignoëlla Abietis n. sp. 332
» *crustacea* Karst. 333
» *dolichospora* Sacc. 335, 383
» *lichenoidea* n. sp. 331
» *macrospora* Sacc. 333

Tafelerklärung.

Cordyceps unilateralis (Tul.) var. *javanica* v. H.

a Ameise mit dem Pilze in natürlicher Größe.
b Dieselbe, achtmal vergrößert.
c Basis des Stromas (50/1).
d Seitliches Köpfchen (10/1).
e Medianschnitt durch dasselbe (40/1).
f und *g* Längsschnitte durch Perithecien (60, 80/1).
h Einige Sporenhälften (1000/1).

(Gezeichnet von Alderweult van Rozenburg in Batavia.)

Del. Alderweult van Rozenburg, Batavia.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Über den Gefäßbündelverlauf bei den Cyrtandroideen

von

Franz Wonisch.

Aus dem botanischen Laboratorium der k. k. Universität in Graz.

(Mit 18 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. März 1909.)

Das Vorkommen eines markständigen Fibrovasalsystems bei den Gesneriaceen ist zuerst von Kraus[1] beobachtet worden, welcher seinen Schüler Hollstein zur näheren Untersuchung desselben aufforderte.

Hollstein[2] beschrieb den Verlauf der Gefäßbündel bei vielen Gesneriaceen und fand als allgemeines Resultat, daß die untersuchten Vertreter der Unterfamilie der *Gesnerioideae* übereinstimmend einsträngige Blattspuren aufweisen. Im Stengel gehen die Stränge eines Blattpaares senkrecht durch zwei Internodien, biegen dann im nächst unteren Knoten nach der gleichen Richtung aus, um sich mit den weiter abwärts stehenden Bündeln zu vereinigen.[3] In der Unterfamilie der *Cyrtandroideae* folgen nach Hollstein dem erwähnten Gesneriatypus nur *Mitraria coccinea* Cav., *Aeschynanthus pulcher* Steudel (unser *Trichosporum pulchrum* Bl.), und *Strepto-*

---

[1] Vgl. die Einleitung zu der Dissertation von Hollstein, Über den Gefäßbündelverlauf im Stamme der Gesneraceen. Halle 1878.

[2] Hollstein, Über den Gefäßbündelverlauf im Stamme der Gesneraceen. Inauguraldissertation, Halle 1878.

[3] *Houttea* Dcn. = *Vanhouttea* Lem., bei welcher Pflanze nach Hollsteins Angabe die Bestimmung zweifelhaft war, zeigt nach meinen Untersuchungen an *Vanhouttea salviifolia* Hanst. bezüglich des Gefäßbündelverlaufes das gleiche Verhalten wie die anderen *Gesnerioideae*.

carpus polyanthus Hook. Die von ihm untersuchten Vertreter der *Columneae*:[1]

Episcia bicolor Hook.

Cyrtodeira cupreata Hanst. et Kl. = *Episcia cupreata* (Hook.) Hanst.

Alsobia punctata Hanst. et Kl. = *Episcia punctata* (Lindl.) Hanst.

Besleria mellitifolia L. = *Episcia mellitifolia* (L.) Mart.

Paradrymonia glabra Hanst. et Kl. = *Episcia glabra* (Benth.) Hanst.

Episcia pulchella G. Don. = *Tussacia pulchella* (Don.) Rchb.

Alloplectus sparsiflorus Mart. = *Alloplectus parviflorus* Mart.

Columnea Schiedeana Schldl.

Nematanthus longipes DC.

so wie: *Gonatostemon Bouchéanum* Regel. = *Didymocarpus urticifolia* Wonisch[2] sind nach einem anderen Schema gebaut, welches Hollstein den Alloplectustypus nennt. Die Blattspuren sind hier stets dreisträngig. Die von den Blattpaaren rechts und links herkommenden Lateralstränge vereinigen sich außerhalb des Gefäßbündelringes des Stammes und treten, sich nach innen wendend, zwischen die Schenkel des von oben herkommenden Medianstranges vom nächst höheren Blattpaar. Bei *Klugia „Notoniana"* wahrscheinlich = *Klugia zeglanica* (R. Br.) Gardn. stellte Hollstein[3] ein zentrales Gefäßbündelsystem fest, welches sich von den Markbündeln der in anatomischer Hinsicht sonst so nahestehenden

[1] Die erste Kolonne enthält die Gattungsnamen wie sie in der oben zitierten Arbeit von Hollstein sich finden; unter Gleichheitszeichen sind die jetzt gültigen Gattungsnamen beigesetzt. Vgl. die Bearbeitung der *Gesneriaceae* von K. Fritsch in Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, IV. Teil, Abt. 36, und Briquet, Internat. Regeln der botanischen Nomenklatur. Jena 1906, p. 91.

[2] *Didymocarpus urticifolia* Wonisch (= *Roettlera urticifolia* O. Ktze., *Chirita urticaefolia* Buch.-Ham).

[3] Hollstein, l. c. p. 37.

Piperaceen[1] dadurch unterscheiden soll, daß wir hier in der ganzen Pflanze „zwei beinahe völlig getrennte Fibrovasalsysteme, ein äußeres und ein markständiges," haben.

Fritsch[2] beobachtete einen ähnlichen anormalen Gefäßbündelverlauf an dem *Hypokotyl* von *Monophyllaea Horsfieldii* R. Br., die nur die beiden Keimblätter entwickelt. Die bei dieser Pflanze gemachten Beobachtungen treten aber in einen scharfen Gegensatz zu den Angaben Hollsteins durch den Umstand, „daß randständige (d. h. dem normalen Hohlzylinder angehörige) Bündel nach oben zu in das Mark einbiegen". Fritsch[3] vermutete weiter, daß der von Hollstein beschriebene anormale Gefäßbündelverlauf wahrscheinlich allen Arten der Gattung *Klugia* zukommt und auch die mit *Klugia* nächst verwandte Gattung *Rhynchoglossum* Bl. in Betracht zu ziehen ist.

Solereder[4] bestätigte vollinhaltlich diese Vermutungen. Während der Untersuchungen für die vorliegende Arbeit wurde von demselben nicht allein bei *Klugia (Kl. ampliata* Cl., *azurea* Schlecht., *major* Solered., *Notoniana* Gardn., *zeglanica* Gardn.), sondern auch bei *Rhynchoglossum (Rh. obliquum* Bl. mit *var. parviflorum* Clarke) das Vorkommen von Gefäßbündeln, welche im Markkörper liegen, konstatiert.[5]

Herr Prof. Dr. K. Fritsch machte mich auf diese interessanten Vorkommnisse aufmerksam und die Bedenken, welche derselbe gegen die Schlüsse, welche Hollstein aus den Ergebnissen seiner Arbeit gezogen hatte, äußerte, bestimmten mich, auf seinen Rat hin, den Gefäßbündelverlauf der *Cyrtan-*

---

[1] Vgl. Debray, Caract. anat. et parcours des faisc. fibro-vasc. d. Piperacées, Paris (O. Doin) 1886, und den ausführlichen Literaturbericht im Ref. von Sanio in Bot. Centralbl. 1886, II, p. 136 bis 160.

[2] Fritsch, Die Keimpflanzen der Gesneriaceen. Jena 1904, p. 55 bis 63, bes. p. 56.

[3] Fritsch, l. c. p. 47 u. p. 55.

[4] Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Ergänzungsband 1908, p. 244, 248 u. 402.

[5] Das Vorkommen von markständigen kollateralen Gefäßbündeln in den Knollen von *Coleus langouassiensis* Chevalier ist von Solereder (l. c. p. 244, 249 u. 402) wohl nur aus Versehen unter den Gesneriaceen erwähnt worden, da *Coleus* zweifellos den typischen *Labiaten* zuzuzählen ist.

droideae einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen und namentlich darnach zu trachten, bei den mit *Klugia* und *Monophyllaea* nächst verwandten Gattungen Tatsachen zu finden, die über die berührten Verhältnisse nähere Aufschlüsse zu geben imstande wären.

Für die Ausführung meines Vorhabens stand mir das in bezug auf Gesneriaceen ziemlich reichhaltige Material des Grazer botanischen Gartens zur Verfügung. Der weitaus größte Teil des untersuchten Materials stammt jedoch aus der botanischen Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien. Das übrige Untersuchungsmaterial erhielt ich aus dem botanischen Garten und dem botanischen Institut der Universität Wien, aus dem Königlichen Botanischen Museum-Berlin, dem British Museum-London und aus dem botanischen Garten in Buitenzorg. Den genannten botanischen Gärten, Instituten und Museen bin ich verpflichtet, an dieser Stelle meinen besten Dank abzustatten.

Gleich im voraus muß ich aber die Mitteilung machen, daß, obwohl von sämtlichen 17 Tribus und Untertribus der Cyrtandroideen 41 Gattungen angehörende 58 Arten mir für meine Untersuchung zugänglich waren, das Resultat ein negatives blieb, indem keine andere Gesneriacee den erwähnten anormalen Gefäßbündelverlauf aufwies. Um zu einer befriedigenden Lösung dieser Frage zu gelangen, wird es bei der großen Seltenheit mancher Formen einer Reihe von Jahren bedürfen. Eine Hauptschwierigkeit bildet die Beschaffung des Materials. Viele Gattungen existieren nur vereinzelt in Herbarien und sind noch weniger lebend in unseren botanischen Gärten vorhanden. Auch die Bemühungen des Herrn Prof. Dr. K. Fritsch, mir aus der Heimat der Cyrtandroideen etwa einige Vertreter der *Klugieae* zu verschaffen, scheiterten an dem äußerst seltenen Vorkommen derselben auch in den dortigen Gegenden und der damit naturgemäß verbundenen Beschaffungsschwierigkeit. Wenn mir daher auch noch bei weitem nicht alle Arten zu Gesicht gekommen sind, so hoffe ich doch, daß durch diesen Mangel die in der vorliegenden Arbeit gebotenen Resultate meiner Untersuchung nicht zu sehr beeinträchtigt worden sind.

Die vorliegende Arbeit behandelt in ihrem ersten Teile den Gefäßbündelverlauf im Stamme, wobei ich, um Wiederholungen zu vermeiden, meine Beschreibung in drei Hauptgruppen eingeteilt habe. Bei der Aufstellung habe ich die Anzahl der Blattspurstränge berücksichtigt, als Ausgangspunkt die Formen mit Markbündeln gewählt, und so folgende drei Gruppen gebildet:

A. Blattspur mehrsträngig.

1. Mit Markbündeln.
2. Ohne Markbündel.

B. Blattspur dreisträngig.

C. Blattspur einsträngig.

I. Beschreibung der untersuchten Gattungen und Arten.

Gruppe A.

Blattspur mehrsträngig.

1. Mit Markbündeln. Einzelne Blattspurstränge weichen von dem radial-senkrechten Verlauf ab und treten in das Mark ein, ein zentrales Fibrovasalsystem bildend.

Rhynchoglossum obliquum Bl.

Ich beschreibe nachfolgend die Verhältnisse, wie ich sie gefunden hatte, ehe ich davon Kenntnis erhielt, daß das Vorkommen markständiger Fibrovasalstränge bei Rhynchoglossum bereits bekannt sei und ich sehe mich dazu um so mehr berechtigt, als ein Verlauf derselben sowie ihr Verhältnis zu den Blattspuren noch nirgends erörtert wurde.

Ein Querschnitt durch den Stengel zeigt Gefäßbündel zweierlei Art, periphere, einen Kreis bildend, und zentrale, die isoliert im Markgewebe liegen. Die Markbündel sind fast gleich groß, während die peripheren an Größe sehr verschieden sind; zwischen zwei größeren Bündeln des peripheren Kreises finden sich in der Regel ein bis drei kleinere Zwischenbündel. Die Zahl der Bündelstränge ist in den einzelnen Internodien verschieden,

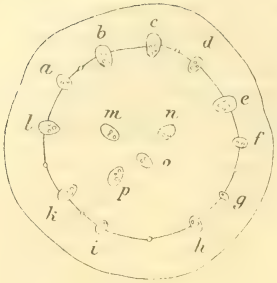


Fig. 1.

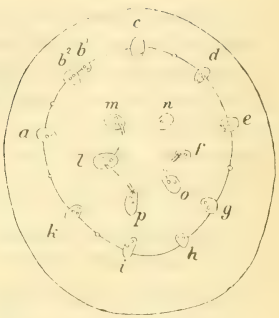


Fig. 2.

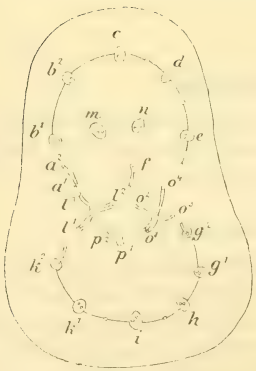


Fig. 3.

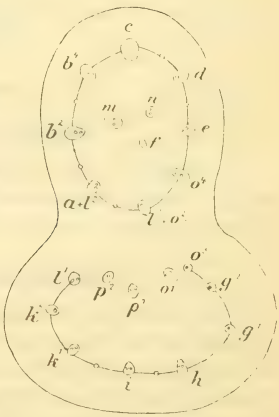


Fig. 4.

Fig. 1—4. Sukzessive Querschnitte durch einen Stengelknoten von *Rhynchoglossum obliquum* von unten nach oben. — Näheres im Text.

nimmt aber gewöhnlich von unten nach oben ab. Finden sich im ältesten Internodium 5 bis 6 markständige und 12 bis 15 periphere, so erscheinen im nächst jüngeren Internodium nur 4 und 5 Bündel im Mark und 8 bis 12 randständige, im

jüngsten Internodium stehen im Mark in der Regel 3, manchmal 4, im äußeren Kreis 8 Gefäßbündel.

Über den Gefäßbündelverlauf in einem mittleren Knoten, wie ihn mir eine sukzessive Schnittreihe zeigte, kann ich folgende Angaben machen. Der periphere Kreis enthält unterhalb des Knotens elf große Bündelstränge und sechs kleinere Zwischenbündel, der Markteil 4 Stränge. Fig. 1 zeigt die Anordnung der Stränge. *a, b, c, d, e, f, g, h, i, k* liegen im peripheren Kreise, *m, n, o, p* im Marke. Betrachten wir Fig. 2, so sehen wir, daß die Gefäßbündel *l* und *f* aus dem peripheren Kreise schief nach aufwärts in das Mark einbiegen, um gleich mit den anderen Markbündeln in lebhaften Anastomosenverkehr zu treten. Dabei zeigt sich das eigentümliche Verhalten der Markbündel *o* und *p*, welche der Blattinsertion zugewendet sind, im Knoten gegen die Peripherie auszubiegen. Das periphere Gefäßbündel *b* hat sich in b^1 und b^2 geteilt; ich bezeichne diese sowie die folgenden Teilungen und Abzweigungen mit denselben Buchstaben wie die Stränge, von welchen sie abgehen, setze jedoch rechts oben einen Index bei.

Fig. 3. Die peripheren Stränge b^1, b^2, *c*, *d* und *e* verlaufen unverändert im Stengel in das nächste Internodium weiter, desgleichen die Markbündel *m*, *n* und *f*, von welch letzterem sich noch früher ein Gefäßbündel gegen den Blattstiel zu abzweigt. Von den in den Blattstiel abgehenden Bündeln des peripheren Kreises *g, h, i, k* hat sich *g* in g^1 und g^2, *k* in k^1 und k^2 geteilt; g^1, *h*, *i* und k^1 gehen ohne Anastomosen in den Blattstiel ab, g^2 und k^2 senden vor ihrem Abgang noch je eine Anastomose seitlich nach innen; *a* rückt mit der weitaus größeren Menge der Gefäße seitlich nach innen als a^1 und läßt a^2 als kleineren Teil zurück. — Die Markbündel *l*, *o*, *p* teilen sich ebenfalls in mehrere Partien; *l* teilt sich in drei Partien, von denen l^1 nach außen gegen k^2 abbiegt, l^2 nach innen und l^3 nach außen gegen a^1; *p* teilt sich in zwei gegen den Blattstiel zu liegende Gefäßstränge p^1 und p^2; *o* teilt sich ebenfalls in drei größere Partien, in o^4 und o^3, die sich nach auswärts wenden, eine dritte Partie o^1 geht nach innen und eine kleinere Gefäßgruppe o^2 rückt auch nach innen. Wie diese Figur und die folgende Fig. 4 zu erkennen geben, werden die nach innen ent-

sendeten Partien o^1, p^1 und p^2 als markständige Stränge den Blattstiel durchziehen, während o^4, o^2+l^2, l^3+a^2 die peripheren Stränge im Stengel ersetzen werden; l^1+ den von k^2 kommenden Strängen und o^3+ den von g^1 stammenden Gefäßzweigen ziehen als periphere Stränge l^1 und o^3 in den Blattstiel hinein.

Fig. 4 zeigt die Anordnung des Gefäßbündelsystems unmittelbar oberhalb des Knotens. l^2+o^2, o^4, *e*, *d*, *c*, b^1, b^2 und a^1+l^3 sind im peripheren Kreis des Stengels, *m*, *n*, *f* im Marke; l^1, k^2, k^1, *i*, *h*, g^1, g^2 und o^3 bilden den peripheren Kreis des Blattstiels, o^1, p^1 und p^2 können als Markbündel bezeichnet werden.

Die nur wenig im Blattspiel anastomosierenden Bündel haben in demselben einen parallelen Verlauf; anfangs in einem Halbkreis gestellt, schließen sich nahe der Blattplatte die peripheren Bündel zu einem Kreise zusammen (Fig. 5), welcher die drei an der konkaven Seite des Blattstiels verlaufenden Bündel o^1, p^1 und p^2 umschließt, so daß wir also auch im Blattstiel ein äußeres und ein markständiges Gefäßbündelsystem unterscheiden können.

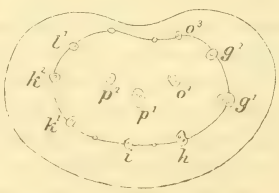


Fig. 5.
Querschnitt durch den Blattstiel von *Rhynchoglossum obliquum* ober der Mitte desselben.

Betrachten wir nun, den entgegengesetzten Weg gehend, den Verlauf der Bündel durch den Knoten von der Basis des oberen Internodiums an bis zum Eintritt der Blattspuren in den Gefäßbündelkreis, so gestaltet sich der Vorgang folgendermaßen: An der Basis des oberen Internodiums öffnet sich der periphere Bündelkreis, der Blattinsertion entsprechend, indem diejenigen peripheren Bündel, welche dem Blattstiel zugewendet sind, sich nach unten gabeln. Die Gabeläste legen sich an

die benachbarten, seitlich ausweichenden Bündel, während einer oder der andere Ast an die Markbündel sich anlegt. Die seitlich am Stengel verlaufenden Bündel und die der Blattinsertion abgekehrten Bündel teilen sich und vereinigen sich wieder, einzelne gehen ohne weiters in das nächste Internodium über. Die markläufigen Stränge bekunden im Knoten eine Neigung, der Peripherie sich zuzuwenden; unterhalb des Knotens treten wohl auch markständige Bündel in den peripheren Kreis nach unten zu aus. Die im Kiel des Blattstiels verlaufenden Bündel reihen sich in den äußeren Gefäßbündelkreis des Stammes ein; die seitlich verlaufenden vereinigen sich, legen sich an äußere Gefäßbündel oder wenden sich nach innen und vereinigen sich mit den Markbündeln des Blattstiels; die drei an der konkaven Seite des Blattstiels liegenden Bündel, also die drei markläufigen Bündel des Blattstiels, treten in die Lücke zwischen den früher erwähnten Gabelästen und werden zu Markbündeln des Stammes, indem sie sich zu zwei Bündeln vereinigen und selbständig oder durch periphere Bündel verstärkt im Marke weiterlaufen. Im nächsten Knoten vollzieht sich ganz Ähnliches, nur nach der anderen Seite.

Während im Internodium den parallelen Bündelverlauf nur selten eine Anastomose stört, erfolgen im Knoten alle die Veränderungen, welche sich auf den Abgang der Bündel und den Ersatz der abgegangenen beziehen; hier erfolgt die Anastomosierung der benachharten peripherischen Bündel unter sich und mit einem Teile der markständigen, hier verknüpfen Anastomosen die markständigen Bündel unter sich und mit den peripheren Bündeln. Im Knoten gehen die markständigen Stränge aus dem Marke zum großen Teil in das Blatt ab, oder, besser gesagt, die mittleren Blattspuren treten direkt in das Mark über. Damit glaube ich in genügender und ausführlicher Weise den Verlauf des markständigen Fibrovasalsystems bei *Rhynchoglossum* klargelegt und dessen Blattspurqualität erwiesen zu haben. Die Untersuchung der tieferen, über der Wurzelkrone befindlichen Stammteile zeigt Vorkommnisse, die mir noch sichere Aufschlüsse über die Wachstumsrichtung und über die Ausbildung der markständigen Stränge an die Hand gaben. In dem Maße nämlich, als beim Übergang des Stammes

in die Wurzel das Mark schwindet und der periphere Gefäßbündelkreis sich verengt, vereinigen sich die markständigen Bündel mehr und mehr miteinander, um noch vor dem Verschwinden des Markteiles blind zu endigen, d. h. man beobachtet an ihrem unteren Ende eben die ersten Teilungen von Procambiumzellen, welche die Bildung und Verlängerung der einzelnen Stränge nach unten einleiten. An jüngeren Pflanzen waren die untersten Partien des Sprosses frei von markständigen Gefäßbündeln und die Beobachtung auf sukzessiven Querschnitten von unten nach oben ergab, daß die Markstränge von oben nach unten, d. i. von der Blattinsertionsstelle aus nach unten fortschreitend, wachsen. So lehrt dieser Verlauf, daß die markständigen Fibrovasalstränge zum Teil die direkte markläufige Fortsetzung der mittleren Bündel der Blattspur sind.

Die Axillarsprosse, welche bis jetzt nicht berücksichtigt wurden, sind in jedem Knoten vorhanden und immer mit der Basis des Blattstiels verwachsen, so daß sie am Blattstiel emporgerückt erscheinen; ihre Spurstränge stammen aus den benachbarten peripheren und zentralen Bündeln des Blattstiels Die in den Axillarsproß eindringenden Bündel teilen sich sofort in zahlreiche Zweige, die peripheren des Blattstiels bilden im Seitensproß periphere, die markständigen Markbündel.

An der Insertionsstelle des obersten Laubblattes tritt nun die Mehrzahl der markständigen Stränge in dieses Blatt aus; die Stränge des äußeren Kreises schließen sich diesen markläufigen an und durchziehen selbständig den Blattstiel. So liegen die Dinge auf der Seite des austretenden Blattes. Auf der dem Blatte entgegengesetzten Seite des Stengelquerschnittes jedoch verlaufen sowohl die noch im Mark zurückgebliebenen Stränge als auch die noch übrig gebliebenen Stränge des äußeren Kreises unter reicher Anastomosenbildung aufwärts in das nächste Internodium, d. i. hier in den Infloreszenzstiel. Auf der Seite des ausgetretenen Blattes entstehen neue Stränge, die durch verschiedene Anastomosen mit den austretenden Blattspuren in Verbindung treten und dann mit den erstgenannten Strängen das zentrale und das periphere Bündelsystem des Infloreszenzstiels vervollständigen. Die

Markbündel des Stengels durchlaufen also auch den Infloreszenzstiel als innere Stränge, ebenso auch die übrig gebliebenen Stränge des äußeren Kreises als Glieder eines äußeren Kreises von Strängen. Der Verlauf der Bündel im Infloreszenzstiel ist im großen und ganzen ein ziemlich regelmäßiger; im allgemeinen laufen dieselben vertikal nach aufwärts, um hie und da mit Nachbarbündeln zu verschmelzen oder gar sich in Gabeläste zu trennen. Nach oben zu bemerkt man den Abgang von Bündelzweigen aus dem peripheren Kreis und aus dem Markteil, welche sich in die kurzen Blütenstiele begeben und damit den peripheren Bündelring als auch die zentralen Bündel des Traubenstiels allmählich erschöpfen. Aus den angeführten Daten ersieht man, daß sich das zentrale Gefäßbündelsystem in allen Teilen der Pflanze, vom Grunde des Stengels an bis zu den Stielen der einzelnen Blüten der Traube vorfindet, so daß selbst die Stiele der einzelnen Blüte noch ein zentrales Gefäßbündel zeigen.

Klugia zeylanica Gardn.; **Klugia Notoniana** A. DC. und var. **scabra** Dalz. et Gibs.

Nach der ausführlichen Darlegung des Gefäßbündelverlaufes bei *Rhynchoglossum* halte ich es für überflüssig, noch einmal dieselben Verhältnisse für *Klugia* darzulegen. Auf Grund meiner sorgfältigen Untersuchungen, die sich auf zahlreiche Exemplare der *Klugia zeylanica* erstreckten, kann ich die Tatsache konstatieren, daß auch diese Pflanze sich ganz gleich der früher behandelten verhält.

Um ganz sicher zu gehen, wurden hier wie bei allen untersuchten Pflanzen die Knotenteile mit dem Mikrotom in aufeinanderfolgende Schnittbänder zerlegt, die überall für den Verlauf der Gefäßstränge sichere Daten ergaben. Bei den Stengeln von *Rhynchoglossum* und *Klugia* leistete mir außerdem noch die bei Zimmermann[1] angegebene Behandlungsweise gute Dienste, um den Gefäßbündelverlauf in ganzen Pflanzenteilen verfolgen zu können. Die betreffenden Pflanzen-

[1] Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik. Tübingen 1892, p. 146.

stücke wurden unter einer konzentrierten Fuchsinlösung abgeschnitten, so daß die Gefäßstränge nach kurzer Zeit lebhaft rot gefärbt waren. Dann brachte ich die so behandelten Objekte in eine konzentrierte alkoholische Lösung von Chloralhydrat [$CCl_3 . CH(OH)_2$] und erwärmte, bis das Chlorophyll vollständig entfernt und das vorhandene Parenchymgewebe genügend aufgehellt war. Mit voller Deutlichkeit konnte ich selbst im Knoten die so komplizierten Verhältnisse übersehen. Auch hier verlaufen die Gefäßbündel im Internodium einander parallel und selten kommt es vor, daß sie hier anastomosieren. Im Knoten anastomosieren die Bündel, welche der Blattinsertionsstelle zugekehrt sind, fast sämtlich; auf einer Länge von nur 2 *mm* erfolgen alle Veränderungen für den Austritt der Gefäßbündel in das Blatt, in die Axillarsprosse oder den Blütenstiel. Erschöpft sich ein markständiges Bündel durch nach außen entsandte Äste, so ersetzt ein Zweig eines Nachbarbündels das Fehlende oder ein peripheres Bündel nimmt seine Stelle ein. Von zwei völlig getrennten Fibrovasalsystemen im Sinne Hollsteins[1] kann nicht die Rede sein und nur die kurze Strecke, auf der sich die geschilderten Vorgänge abspielen, macht es erklärlich, daß ihm diese Tatbestände entgangen sind. *Klugia Notoniana* und var. *scabra* lassen die nämlichen Tatsachen leicht beobachten und ich will damit die Darlegung des Gefäßbündelverlaufes derselben schließen.

Monophyllaea Horsfieldii R. Br.

Für diese Pflanze kann ich die Angaben von Fritsch[2]) über die Anordnung der Gefäßbündel bestätigen. Innerhalb des äußeren Gefäßbündelkreises liegt eine größere oder geringere Zahl von markständigen Bündeln wie bei den vorhin besprochenen Gattungen *Klugia* und *Rhynchoglossum*. Die Zahl der Markbündel vergrößert sich nach oben zu, indem periphere Bündel nach oben zu in das Mark einbiegen; daß bei *Klugia* und *Rhynchoglossum* im Knoten dieselbe Erscheinung zu kon-

---

[1] Hollstein, Über den Gefäßbündelverlauf im Stamme der Gesneriaceen p. 37 und 40.

[2] Fritsch, Die Keimpflanzen der Gesneriaceen, p. 55 bis 63.

statieren war, habe ich schon erwähnt. Was nun die Ausbildung und den Verlauf der Gefäßbündel in der der Insertionsstelle des großen Keimblattes gegenüberliegenden Kante anlangt, so stimmen meine Untersuchungen gleichfalls mit den Angaben von Fritsch überein, daß in diesem scharf abgegrenzten dreieckigen Vorsprung eigene Gefäßbündel verlaufen, welche außerhalb des normalen Bündelkreises stehen. Wohin die Gefäßbündel der vorspringenden Kante verlaufen und welche von den Bündeln des Hypokotylquerschnittes in die Stiele der Influoreszenzen einbiegen, konnte Fritsch nicht feststellen, da das einzige zur Verfügung stehende Exemplar an der Spitze beschädigt war.[1]

Von 20 Keimpflanzen, die ich aus den Samen eines in den Gewächshäusern des Grazer botanischen Gartens fruktifizierenden Exemplars erhielt, zeigte etwa ein Drittel eine ausnahmsweise Vergrößerung des kleinen Keimblattes bis zu $^1/_2$ *dm* Länge und 3 *cm* Breite. Nach den Untersuchungen von Pischinger[2] und Figdor[3] ist nicht daran zu zweifeln, daß auch das kleine Keimblatt befähigt ist, unter besonderen Umständen sich zu vergrößern. Ich verfolgte nun die Vorgänge in der vorspringenden Kante in den verschiedenen Entwicklungsstadien und konnte so an jungen, etwa fünf Monate alten Pflanzen übereinstimmend mit Fritsch in der vorspringenden Kante nur ein Gefäßbündel feststellen, welches dem Medianus des kleinen Keimblattes angehörte. An neun bis zehn Monate alten Pflanzen, welche eine ausnahmsweise Vergrößerung des kleinen Keimblattes zeigten, war schon äußerlich der Zusammenhang der vorspringenden Kante mit dem Medianus des kleinen Keimblattes klar ersichtlich. Zur Untersuchung wählte ich solche Stadien, wo der terminal stehende Blütensproß gerade am Grunde der beiden Keimblätter zum Vorschein kam. Mikrotomserienschnitte durch das obere Ende des Hypokotyls lassen folgende

[1] Vgl. Fritsch, l. c. p. 59.

[2] Pischinger, Über Bau und Regeneration des Assimilationsapparates von *Streptocarpus* und *Monophyllaea*. Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXI, Abt. I, p. 278 bis 302.

[3] Figdor, Über Regeneration bei *Monophyllaea Horsfieldii* R. Br., Österr. botan. Zeitschrift 1903, p. 393 bis 396.

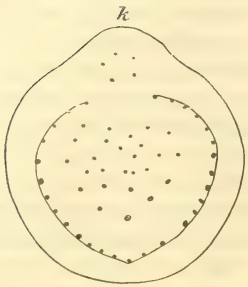


Fig. 6.

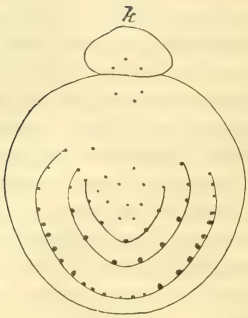


Fig. 7.

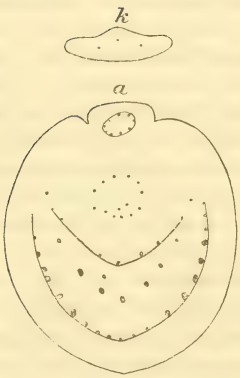


Fig. 8.

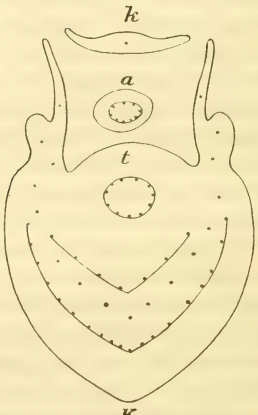


Fig. 9.

Fig. 6—9. Sukzessive Querschnitte durch das obere Ende des Hypokotyls von *Monophyllaea Horsfieldii*. — Nähere Erklärung im Texte.

Verhältnisse erkennen (Fig. 6). Der peripherische Gefäßbündelkreis öffnet sich an der dem dreieckigen Vorsprung *k* zugekehrten Seite, die markständigen Bündel (etwa 24) liegen zerstreut im Markteil, nur die nach außen zu befindlichen Bündel sind größer und zu konzentrischen Zonen zusammengestellt.

In der dreieckig vorspringenden Kante *k* liegen fünf kleine Gefäßbündel eng beisammen.

In Fig. 7 sind drei von den fünf Gefäßbündeln der Kante in das kleine Keimblatt *k* abgegangen, die zwei zurückbleibenden Gefäßbündel teilen sich in mehrere kleinere Bündelzweige und bilden, wie Fig. 8 zeigt, den geschlossenen Gefäßbündelkreis für den Blütensproß *a* in der Achsel des kleinen Keimblattes. Der periphere Bündelkreis hat sich zu einem Halbkreis geöffnet, um in den Medianus des großen Keimblattes hineinzuziehen und auch die größeren, nach außen gelegenen Markbündel schicken sich an (vgl. Fig. 7 und 8) in das große Keimblatt abzugehen. Nur die im Zentrum des Markkörpers liegenden kleineren Bündel, welche bis jetzt zerstreut sich vorfanden, ordnen sich nun kreis- oder breit ellipsenförmig an, setzen ihren Weg nach aufwärts fort und durchziehen so den terminalen Blütenschaft *t* (Fig. 9). Im Medianus des kleinen Keimblattes *k* ist noch ein Gefäßstrang sichtbar; vor *k* liegt der Blütensproß *a*, welcher den Axillarsproß des kleinen Keimblattes *k* vorstellt. Der terminale Blütensproß *t* trennt sich von dem großen Keimblatt *K* los. Die Gefäßbündel im Medianus von *K* scheiden sich gleichfalls in rand- und markständige.

An der Basis des Blütenschaftes bemerkt man also einen einzigen Ring von Fibrovasalsträngen; späterhin aber treten wie im Hypokotyl wiederholt Bündel des äußeren Kreises in das Mark ein, um dann im Marke gerade nach aufwärts zu verlaufen. Näher auf diese Verhältnisse hier einzugehen, halte ich nach dem ziemlich ausführlichen Bericht von Fritsch für unnötig, um so mehr als hier genau dasselbe gilt, was oben von *Rhynchoglossum* berichtet ist.

2. Ohne Markbündel. Alle Blattspurstränge behalten ihren radial senkrechten Verlauf bei und ordnen sich im Stengel zu dem für die Dikotyledonen typischen Fibrovasalring an.

Streptocarpus Wendlandi Damm.

Die einblättrigen *Streptocarpus*-Arten hat Fritsch[1] auf ihren Gefäßbündelverlauf hin untersucht und dabei die Tat-

[1] Fritsch, Die Keimpflanzen der Gesneriaceen, p. 29—30 und p. 40—41.

sache festgelegt, daß im »Stiel« des einzigen Laubblattes die Gefäßbündel in einem Kreis angeordnet sind, der erst an der Stelle, wo die Lamina des Laubblattes beginnt, in einen Halbkreis übergeht. Bei *Streptocarpus Wendlandi*, welchen ich eingehenderen Untersuchungen unterwarf, beobachtete ich genau dieselben Verhältnisse, wie sie Fritsch an der eben zitierten Stelle beschrieben hat.

Platystemma violoides Wall.

Auch diese einblättrige Pflanze weicht in ihrem Gefäßbündelverlauf kaum erheblich von dem *Streptocarpus*-Typus ab. Das überaus zarte Stengelchen enthält im unteren Teil einen ziemlich weit nach innen liegenden Gefäßbündelzylinder,

Fig. 10.

Anordnung der Gefäßbündel an der Insertionsstelle des einzigen Laubblattes bei *Platystemma violoides*.

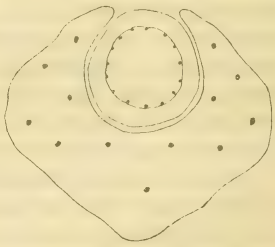


Fig. 11.

Anordnung der Gefäßbündel unmittelbar ober der Insertionstelle des Laubblattes bei derselben Pflanze.

der nach oben zu sich merklich erweitert. Oberhalb der Mitte treten die einzelnen Gefäßbündel deutlich hervor, ein kleinzelliges Gewebe verbindet dieselben; an einem Querschnitt zählte ich 18 kleine Bündel. Dort, wo die Blattspreite inseriert ist, erfolgt eine Teilung der Gefäßbündel. Macht man einen Querschnitt knapp unter der Insertionsstelle des einzigen Laubblattes, so findet man (Fig. 10), daß der ovale Gefäßbündelring an der dem Blatte zugewandten Seite durch Teilung der Gefäßbündel doppelreihig geworden ist; am Querschnitt zählte ich

28 Bündel. Die in die äußere Reihe gedrängten 13 Gefäßbündel gehen in die Blattlamina, welche hufeisenförmig den terminalen einblütigen Blütenstiel umstellt (Fig. 11); die 15 zurückbleibenden Gefäßbündel ordnen sich wieder kreisförmig an und setzen nach aufwärts in den Blütenstiel ihren Weg fort.

Gruppe B.

Blattspur dreisträngig.

Saintpaulia ionantha Wendl.,
Conandron ramondioides Sieb. et. Zucc.,
Didymocarpus Punduana Wall.; *D. sinensis* Lévl.,
Phylloboea speciosa Ridl.,
Boea Swinhoii Hance; *B. Treubii* Forbes,
Dichrotrichum chorisepalum CB. Clarke,
Agalmyla staminea Bl.; *A. Wandersiana* R. Z.,
Loxostigma Griffithii Clarke,
Lysionotus serrata Don.,
Cyrtandra bicolor Jack,
Episcia cupreata Hanst.; *E. punctata* Hanst.,
Drymonia sp., Ule n. 6213, Peru,
Alloplectus vittatus Lind. et André,
Hypocyrta strigillosa Mart.,
Codonanthe formicarum Fritsch; *C. gracilis* Hanst.

Fig. 12 und 13 mögen das Verhalten der genannten Pflanzen für den speziellen Fall von *Alloplectus vittatus* veranschaulichen. Aus jedem der rechtwinkelig-dekussierten Blätter treten drei Stränge in den Stengel ein (Fig. 12 *abc, def, ghi, klm, nop, qrs, tu, vw, x, y*). Der mediane (*a, d, g, k, n, q, t, v, x, y*) steigt eigenläufig zunächst durch ein Internodium hinab, die beiden Lateralstränge dagegen beschreiben wagrecht an der äußeren Peripherie des Knotens herumlaufend einen Bogen von 90° und vereinigen sich, der rechtsseitige des einen Blattes mit dem linken des anderen (*b* mit *c*, *c* mit *f*, *h* mit *l*, *m* mit *i*, usw.), laufen außerhalb des Gefäßbündelkreises des Stammes ein Stück schief nach abwärts, um dann in den Gefäßbündelkreis

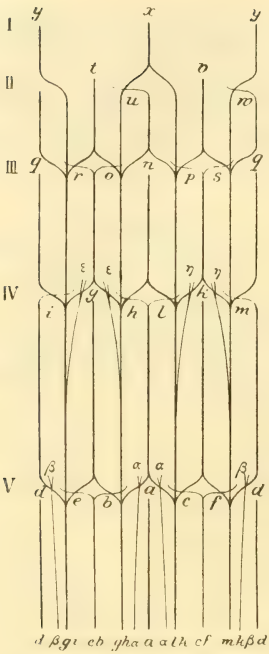


Fig. 12.

Alloplectus villatus. Schematische Darstellung des Verlaufes der Spurstränge in einem Stengelende auf der eben gelegten Zylinderfläche, von innen gesehen, ausgeführt nach sukzessiven Querschnitten. I, II, III, IV, V die fünf obersten gefäßführenden Knoten; *abc, def, ghi, klm, nop, qrs, tu, vw, x, y* die Spurstränge von fünf sukzessiven Blattpaaren. Von den Spuren von I sind erst die beiden Medianstränge (*x* und *y*) sichtbar, von II hat jedes Blatt erst einen Lateralstrang (*u* und *w*) entwickelt. αα, ββ, εε, ηη die Axillarstränge der zwei unteren Knoten. — Der Querschnitt durch das untere Ende ist in Fig. 13 dargestellt.

des Stammes einzutreten, und gehen so vereintläufig bis zum nächsten Knoten. Die ganze Spur eines Paares ist daher viersträngig. — Die medianen Stränge teilen sich im nächst unteren Knoten in zwei Schenkel. Die beiden Schenkel haben den Lateralstrang der beiden hier inserierten Blätter im folgenden

Internodium zwischen sich und vereinigen sich im nächst unteren Knoten mit den beiden Gabelästen desselben. Die vereintläufigen Lateralstränge (Fig. 12 *bc*, *cf*, *hl*, *mi* usw.) gehen ebenfalls durch ein Internodium, umfassen die Medianstränge des nächst unteren Blattpaares gabelig, um sich im nächstfolgenden Knoten mit deren Schenkeln zu vereinigen.

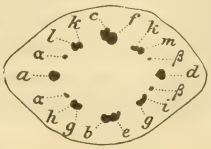


Fig. 13.

Querschnitt durch das abwärts fünfte gefäßführende Internodium, die Bezeichnung ist die nämliche wie am Grunde von Fig. 12.

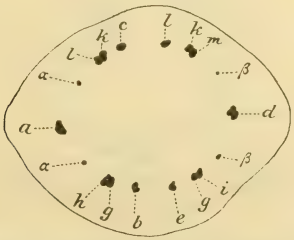


Fig. 14.

Querschnitt durch das abwärts fünfte gefäßführende Glied des Stengels von *Codonanthe formicarum* mit der gleichen Bezeichnung wie in Fig. 13 *abc*, *def* Spuren des eigenen, *lk*, *km*, *hg*, *gi* die vereinigten Schenkel der Median- und Lateralspuren vom nächst oberen Paar; $\alpha\alpha$, $\beta\beta$ Stränge für die Axillarzweige in den Winkeln der Blätter *a* und *d*.

Der Querschnitt durch ein Stengelglied zeigt acht Stränge: vier kreuzweise gestellte für das eigene Blattpaar (zwei mediane und zwei vereintläufige laterale) und vier damit alternierende, welche die Schenkel der medianen und lateralen Stränge vom nächst oberen Blattpaar darstellen. Wenn in der Blattachsel ein Seitensproß steht, so erhält dieser zwei Stränge aus dem Stengel (Fig. 12 und 13 $\alpha\alpha$, $\beta\beta$, $\varepsilon\varepsilon$, $\eta\eta$), welche meist eigen-

läufig durch ein Internodium gehen und sich im nächsten Knoten an die Lateralstränge der nächst oberen Spur ansetzen; in diesem Fall zeigt das Querschnittsbild zwölf Stränge.

Abweichungen von diesem Typus kommen durch höhere oder tiefere Vereinigungen und durch Variationen in der Vereinigung der Lateralstränge zustande. So trifft es sich bei *Agalmyla, Hypocyrta* und *Codonanthe,* daß die Lateralstränge im Knoten einen Bogen von nur $^1/_5$ Stengelumfang beschreiben, sich daher nicht mehr vereinigen, sondern getrenntläufig durch ein Internodium gehen, um dann im unteren Knoten das Verhalten der vereintläufigen Lateralstränge nachzuahmen. Der

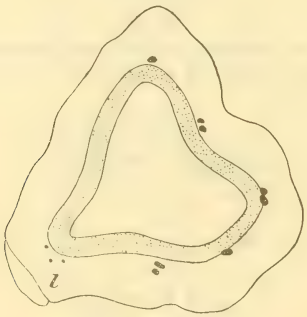


Fig. 15.

Querschnitt durch einen gefäßführenden Knoten von *Agalmyla staminea.* Bei *l* die drei kleinen Gefäßbündel für das reduzierte gegenständige Blatt.

Querschnitt durch ein solches Internodium zeigt dann zehn, beziehungsweise vierzehn Stränge (vergl. Fig. 14).

Agalmyla staminea hat übrigens noch eine andere Frage gelöst. Diese Art scheint bei äußerer Betrachtung ausgesprochen schraubige Blattstellung zu haben; an sukzessiven Querschnitten, die an der Blattinsertionsstelle gemacht wurden, bemerkte ich, daß gegenüber der hier mit fünf Strängen in den Gefäßbündelkreis des Stengels eintretenden Spur des einen Blattes drei kleine Gefäßstränge entspringen, welche nichts anderes waren als die Spurstränge des stark reduzierten gegenständigen Blattes (Fig. 15). Ich erblicke in diesem Befund einen

schönen anatomischen Beweis der von Fritsch[1] und Goebel[2] vertretenen Ansicht, wonach bei jenen Cyrtandroideen, wo die Blattstellung zweizeilig erscheint, wie in unserem Falle bei *Agalmyla staminea*, dieselbe aus einer anisophyll-dekussierten abzuleiten ist.

Unter den hierher gehörigen Cyrtandroideen gibt es aber auch eine Anzahl von Gattungen, die eine schraubige oder zweizeilige Blattstellung wie *Cyrtandra bicolor* oder grundständige Blattrosetten zeigen; das ist der Fall bei *Saintpaulia*, *Conandron* und *Didymocarpus sinensis*. Der Blattstellung entsprechend, ist bei diesen Gattungen auch der Verlauf und die

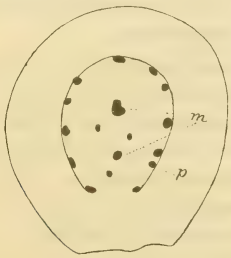


Fig. 16.

Anordnung der Gefäßbündel im Blattstiel von *Conandron ramondioides*. *m* »markständige«, *p* periphere Bündel.

Anordnung der Spurstränge im Stengel wohl modifiziert, immer lassen sich aber diese geänderten Verhältnisse zurückführen auf die bei der dekussierten Blattstellung eigentümlichen.

Der Blattstiel zeigt in seinem unteren Teile die dreisträngige Blattspur, eine mediane, aus mehreren einzelnen Gefäßbündeln zusammengesetzte, etwas gekrümmte Blattspur und zwei Randstränge, die sich je nach oben zu in zwei oder mehrere randläufige Bündel teilen. Bei *Saintpaulia*, *Conandron*, *Didymocarpus* und *Agalmyla* waren ungefähr in der Mitte des Blattstieles im Innern gleichsam im Marke der fast ringförmig

[1] Vergl. Natürliche Pflanzenfamilien (1893), IV, 3b, p. 135, ferner Fritsch, Keimpflanzen der Gesneriaceen. 1904, p. 49 bis 50 und 95.

[2] Goebel, Organographie der Pflanzen. 1898, p. 97.

angeordneten Medianspur mehrere kleinere Stränge regellos gelagert. Eine Verfolgung derselben auf serialen Schnitten ergab, daß die in der Medianspur im Blattstiel befindlichen markständigen Bündel, wenn ich mich so ausdrücken darf, nichts anderes sind, als die seitlichsten Stränge der Medianspur, die ganz allmählich nach innen biegen und so in der Medianspur des Blattstiels markständig werden (Fig. 16).

Gruppe C.

Blattspur einsträngig.

Der größte Teil der untersuchten Cyrtandroideen gehört diesem Typus an, welcher charakteristisch ist für die ganze Unterfamilie der *Gesnerioideae.*

Ramondia Myconi (L.) F. Schltz.; *R. serbica* Pančič,
Haberlea rhodopensis Friv.,
Didissandra lanuginosa (Wall.) Clarke,
Boeica filiformis Clarke; *B. porosa* Clarke,
Leptoboea multiflora Gamble,
Loxonia acuminata R. Br.,
Tetraphyllum bengalense Clarke,
Boea hygrometrica R. Br.,
Streptocarpus Rexii Lindl.,
Trichosporum Horsfieldii, O. Ktze.; *T. speciosum* O. Ktze.,
Napeanthus brasiliensis Gardn.; *N.* sp., Linden n. 995, New-Granada;[1] *N.* sp., A. Sodiro S. J. n. 119/58, Ekuador; *N.* sp., Jelski, Cayenne,
Hemiboea Henryi Clarke,
Anetanthus alatus Benth. et Hook.; *A. gracilis* Hiern.; *A. parviflorus* Benth. et Hook.; *A.* sp., Sumichrast n. 932, Mexiko;
Besleria Riedeliana Hanst.,
Rhynchotechum ellipticum DC.,
Isanthera permollis Nees.,
Stauranthera ecalcarata R. Br.,
Rhabdothamnus Solandri Cunn.,
Coronanthera deltoidifolia Vieill.,

[1] Vgl. Bentham et Hooker, *Genera plantarum,* Vol. II, 2, p. 1018.

Fieldia australis Cunn.,
Asteranthera ovata Hanst.,
Mitraria coccinea Cav.,
Sarmienta repens Ruiz. et Pav.

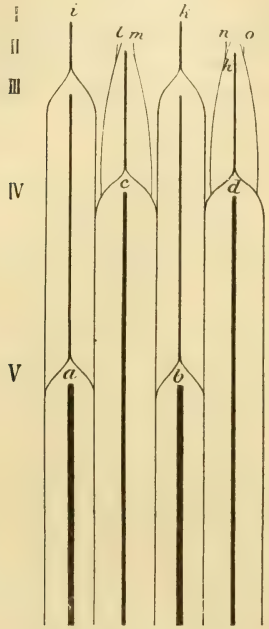


Fig. 17.

Trichosporum speciosum. Darstellung des Strangverlaufes in einem vegetativen Stammstück, auf der eben gelegten Zylinderfläche, von innen gesehen; die beiden Längsschnitte wurden in der Zeichnung vereinigt. *ab, cd, ef, gh, ik* Stränge von fünf Laubblattpaaren; *lm, no* je zwei Stränge für die Axillarzweige.

Alle haben einen in den Hauptzügen übereinstimmenden Bündelverlauf, für welchen man folgendes Schema konstruieren kann (vgl. Fig. 17). Bei dekussierter Blattstellung geht die einsträngige Blattspur gerade durch zwei Internodien und spaltet sich am zweitunteren Knoten, wo sie auf den Strang

des nächsten senkrecht unter ihr stehenden Blattes trifft, in zwei Schenkel. Diese beiden Schenkel durchziehen noch ein Stengelglied, beiderseits parallel laufend der neu eingetretenen Blattspur und setzen sich im dritten Knoten an die Schenkel der Stränge vom nächst unteren Blattpaar an. Die Axillaräste haben zwei Stränge, welche im Stengel durch zwei Internodien hinabsteigen und sich an die Gabeläste der Spurstränge vom obersten Blattpaar ansetzen. Der Querschnitt eines Internodiums (Fig. 18) zeigt zwölf Stränge, welche sich später zu einem geschlossenen Ringe vereinigen.

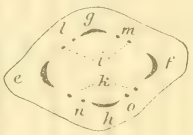


Fig. 18.

Querschnitt des abwärts dritten gefäßführenden Internodiums des gleichen Stengels von *Trichosporum speciosum*; die Bezeichnung ist die gleiche wie in Fig. 17. *e* und *f* die Spuren des eigenen, *g* und *h* des nächst oberen Blattpaares; *i* und *k* die vier Schenkel der beiden Spurstränge vom zweitoberen Paar; *lm, no* die Axillarstränge.

Da bei den Gattungen mit grundständiger Blattrosette, wie *Ramondia, Haberlea, Didissandra* und anderen, weiters bei denjenigen Gattungen, wo durch Verkümmerung des einen gegenständigen Blattes eine scheinbar schraubige Blattstellung resultiert, wie bei *Isanthera* oder *Staurauthera*, die Blattspurstränge oft durch mehrere Internodien abwärts verlaufen oder sich früher an benachbarte Blattspuräste anlegen, so kommen auch hier Abweichungen von dem gegebenen Spezialschema vor.

II. Zusammenfassende Bemerkungen.

Nachstehende Tabelle soll ein Beitrag dazu sein, inwieweit bei den untersuchten Vertretern der *Cyrtandroideae* die bisherige Gruppierung, welche auf Grund morphologischer Forschung gewonnen ist, ihren Ausdruck auch im Gefäßbündel-

verlauf findet. Wenn dabei auch nicht immer ein Parallelismus zu konstatieren ist, so wird doch die Kenntnis der Arteigenschaften vermehrt und eine natürliche Gruppierung angebahnt.

Die Zusammenstellung entspricht der von Fritsch vorgenommenen Gruppierung der *Gesneriaceae* in Engler und Prantl's natürlichen Pflanzenfamilien.

Zur Bezeichnung der Blattstellung wurden nur die empirischen Verhältnisse in Betracht gezogen, ohne Rücksicht zu nehmen auf die durch theoretische Erwägungen erschlossenen Blattstellungsverhältnisse.

Betrachtet man nun die vorstehend dargestellten Ergebnisse meiner Untersuchung, so dürfen wir für die *Hemiboeae* (C),[1] *Anetantheae* (C) und *Coronantheae* (C) annehmen, daß das Verhalten ein konstantes ist, es wird also das Vorkommen einsträngiger Blattspuren als Merkmal für diese Gruppen benutzt werden können. Ebenso ist bei den *Cyrtandreae* (B) und *Columneae* (B) das Vorhandensein dreisträngiger Blattspuren Regel.

Von den *Ramondieae* (C) hat nur *Saintpaulia* (B) einen abweichenden Typus, der an die Verhältnisse bei den *Didymocarpeae* (B), besonders an *Didymocarpus sinensis* erinnert. Bedenkt man, daß die systematische Stellung von *Saintpaulia* unter den *Ramondieae* wegen des Fehlens reifer Früchte nicht sichergestellt ist, weiters auch die geographische Verbreitung eine sehr nahe Verwandtschaft unwahrscheinlich macht,[2] dagegen im äußeren Habitus, im Blütenbau und im Gefäßbündelverlauf eine vollkommene Übereinstimmung mit *Didymocarpus* herrscht, so meine ich, daß *Saintpaulia* den *Didymocarpeae* einzureihen und als Gattung der *Ramondieae* fallen zu lassen sei.

Eine einheitliche Gruppe bilden dann auch die *Didymocarpeae* (B) mit Ausnahme von *Didissandra* (C), welche mit ihren einsträngigen Blattspuren unter den *Didymocarpeae* vereinzelt steht. Ich habe an eine Verwandtschaft mit den habituell

---

[1] Die dahinter in Klammern befindlichen Buchstaben geben die Gruppe an, in welche jede Form in der Beschreibung gestellt worden ist.

[2] Vgl. Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, IV. 3 b, p. 185.

Tribus	Gattung und Art	Blattstellung	Zahl der Blattspuren	Anmerkung
Ramondieae	*Ramondia Myconi*	schraubig	1	
	» *serbica*			
	Haberlea rhodopensis			
	Saintpaulia ionatha		3	
Didymocarpeae-Conandrinae	*Conandron ramondioides*	schraubig	3	
Didymocarpeae-Oreocharidinae	*Didissandra lanuginosa*	schraubig	1	
Didymocarpeae-Roettlerinae	*Didymocarpus Punduana*	dekussiert	3	
	» *sinensis*	schraubig		
Championieae-Championiinae	*Platystemma violoides*	1 Laubblatt	mehrere	
	Boeica filiformis	schraubig	1	
	» *porosa*			*
	Leptoboea multiflora	dekussiert		
	Loxonia acuminata			

Championieae-Trisepalinae	*Tetraphyllum bengalense*	dekussiert	1	*
Streptocarpeae	*Phylloboea speciosa*	dekussiert	3	*
	Boea Swinhoii			
	» *Treubii*			
	» *hygrometrica*	schraubig	1	
	Streptocarpus Rexii			
	» *Wendlandi*	1 Laubblatt	mehrere	
Trichosporeae	*Trichosporum Horsfieldii*	dekussiert	1	
	» *speciosum*			
	Dichrotrichum chorisepalum		3	*
	Agalmyla staminea			
	» *Wandersiana*			
	Loxostigma Griffithii			
	Lysionotus serrata			

* Bei den mit einem Sternchen versehenen Arten standen nur Stengelstücke ohne Blattbasen zur Verfügung. Es konnten daher nur vermutungsweise Angaben über die Zahl der Blattspurstränge gemacht werden.

Tribus	Gattung und Art	Blattstellung	Zahl der Blattspuren	Anmerkung
Klugieae	*Napeanthus brasiliensis*	schraubig	1	
	» sp. Linden			
	» sp. A. Sodiro			
	» sp. Jelski			
	Klugia Notoniana	schraubig	mehrere	Markbündel!
	» *zeylanica*			
	Rhynchoglossum obliquum			
Hemiboeae	*Hemiboea Henryi*	dekussiert	1	-
Anetantheae	*Anetanthus alatus*	dekussiert	1	
	« *gracilis*			
	» *parviflorus*			
	» sp. Sumichrast			

Beslerieae	*Besleria Riedeliana*	dekussiert	1	
	Rhynchotechum ellipticum			
	Isanthera permollis	schraubig		
	Stauranthera ecalcarata			
	Monophyllaea Horsfieldii	1 Laubblatt	mehrere	Markbündel!
Coronanthereae-Coronantherinae	*Rhabdothamnus Solandri*	dekussiert	1	
	Coronanthera deltoidifolia			
Coronanthereae-Mitrariinae	*Fieldia australis*	dekussiert	1	
	Asteranthera ovata			
	Mitraria coccinea			
	Sarmienta repens			
Cyrtandreae	*Cyrtandra bicolor*	schraubig	3	
Columneae-Columneinae	*Episcia cupreata*	dekussiert	3	
	» *punctata*			
	Drymonia sp. Ulle			
	Alloplectus vittatus			
	Hypocyrta strigilosa			
Columneae-Codonanthinae	*Codonanthe formicarum*	dekussiert	3	
	» *gracilis*			

* Bei den mit einem Sternchen versehenen Arten standen nur Stengelstücke ohne Blattbasen zur Verfügung. Es konnten daher nur vermutungsweise Angaben über die Zahl der Blattspurstränge gemacht werden.

sehr ähnlichen *Ramondieae* gedacht, die gleichfalls einsträngige Blattspuren besitzen; aber *Didissandra* schließt sich im sonstigen Aufbau so eng an *Didymocarpus* an, von welcher sie nur durch die Zahl der Staubgefäße unterschieden werden kann, daß eine Lostrennung auf Grund dieses einen Unterschiedes nicht gerechtfertigt sein dürfte. Vielmehr möchte ich hier folgender Erwägung Raum geben. Die untersuchten *Cyrtandroideae* mit dreisträngiger Blattspur besitzen fast alle lange Blattstiele und bedürfen daher einer reichlicheren Entwicklung der mechanischen Elemente als diejenigen Formen, welche wie *Didissandra* und viele andere gar keine oder nur sehr kurze Blattstiele entwickeln. Bei den *Didymocarpeae* scheint die Anlage einer dreisträngigen Blattspur durch das Bedürfnis nach größerer Festigkeit bedingt zu werden; ich kann es mir nicht anders vorstellen, als daß hier zwischen den genannten zwei Verhältnissen eine Kausalverbindung bestehen muß.

Die *Championieae* (C) zeigen auch ein übereinstimmendes Verhalten, nur *Platystemma* (A_2) macht eine Ausnahme. An dieser Stelle scheint es mir wichtig zu betonen, daß die von Clarke in seiner Monographie der *Cyrtandreae*[1] mit den *Klugieae* zusammengebrachte Gattung *Loxonia,* was die Anordnung der Gefäßbündel anlangt, keine so nahe Verwandtschaft mit *Klugia* besitzt und die Stellung von *Loxonia* zu den *Championieae* im System von Fritsch,[2] die auf Grund der Ausbildung der Früchte vorgenommen wurde, mehr den natürlichen Beziehungen Rechnung trägt.

Bei den *Streptocarpeae* (A_2, B, C) sind alle drei Typen vertreten. Die Stengel entwickelnden Arten von *Boea* (B) und wahrscheinlich auch von *Phylloboea* (B) stimmen untereinander überein, ebenso die Rosetten bildenden Arten von *Boea* (C) und *Streptocarpus* (C) untereinander. Die *Streptocarpus*-Arten aus der Section „*Unifoliati*" (A_2) zeigen ein abweichendes Verhalten, das an *Platystemma* erinnert. Ob die anderen ein-

---

[1] A. et C. De Candolle, *Monographieae Phanerogamarum,* V, 1, p. 157 bis 158.

[2] Natürliche Pflanzenfamilien, IV, 3 b, p. 149.

blättrigen Cyrtandroideen, wie *Didymocarpus pygmaea* Clarke, *Didymocarpus Mannii* Wonisch[1] und *Acanthonema strigosum* Hook., auch hierher zu zählen sind oder einer eigenen Gruppe angehören, kann ich zur Zeit nicht sagen, da es mir nicht möglich war, die Vertreter der betreffenden Gattungen zu bekommen.

Die große und von einem eigentümlichen aber gleichartigen Gepräge beherrschte Tribus der *Trichosporeae* (B, C) folgt im Gefäßbündelverlauf keinem einheitlichen Bauplan. *Agalmyla* (B), *Loxostigma* (B), *Lysionotus* (B) und vielleicht auch *Dichrotrichum* (B) zeigen den Typus der *Didymocarpeae*; die untersuchten Arten von *Trichosporum* (C) unterscheiden sich aber wesentlich von den vorigen. Allerdings wurden von 72 hierher gehörenden Arten nur zwei untersucht und es ist immerhin möglich, daß innerhalb der anderen Sektionen sich Formen finden, die zwischen den beiden Typen vermitteln.

Als gänzlich unhaltbar in ihrer jetzigen Zusammensetzung hat sich die nächstfolgende Tribus der *Klugieae* (A_1, C) herausgestellt. Die unter den *Klugieae* zusammengestellten Gattungen umfassen Pflanzen von so verschiedenem Habitus und Pflanzen, die im anatomischen Bau der Vegetationsorgane so große Verschiedenheiten zeigen, daß diese Gruppe sicher als keine natürliche betrachtet werden kann. Eine vergleichende Bearbeitung der Anatomie der Vegetationsorgane wird wahrscheinlich verbindende Glieder in ganz anderen Tribus nachweisen.

Die Gattung *Napeanthus* (C) wird ihre Verwandten bei den *Anetantheae*, von welchen sie nur wegen der fachspaltig aufspringenden Früchte abzugrenzen ist, oder unter den *Beslerieae* zu suchen haben, deren Kapseln sich ebenfalls fachspaltig (*Cyrtandromoea*) oder ganz unregelmäßig öffnen. Möglicherweise gehört aber *Napeanthus* überhaupt zu den *Gesnerioideae*, und zwar in die Nähe von *Campanea (Kohlerieae)* oder *Corytholoma (Sinningieae)*, bei welchen der Fruchtknoten auch nur leicht eingesenkt ist. *Jerdonia* und *Primulina* schließen sich vielleicht an *Napeanthus* an, doch mehr als diese Andeutungen sollen hier nicht gegeben werden.

[1] *Roettlera Mannii* Fritsch = *Trachystigma Mannii* Clarke.

Zu den *Klugieae* werden nunmehr nur zu stellen sein *Klugia* (A_1), *Rhynchoglossum* (A_1) und unbedingt *Monophyllaea* (A_1).

Auf den in allen Punkten übereinstimmenden Gefäßbündelverlauf bei *Klugia* und *Rhynchoglossum* habe ich bereits bei der Besprechung der genannten Gattungen hingewiesen.

Bei allen Arten von *Klugia* und *Rhynchoglossum* finden sich weiters Cystolithen[1] und Sekretgänge[2], wie solche bisher bei keiner anderen Gattung der *Gesneriaceen* konstatiert wurden.

Alsdann kann ich nach meinen Beobachtungen feststellen, daß die Entwicklung der Keimpflanzen von *Rhynchoglossum obliquum* ebenso vor sich geht wie bei *Klugia zeylanica*[3]. Ein kleiner Unterschied gegenüber *Klugia* liegt darin, daß bei *Rhynchoglossum* die Streckung des Internodiums zwischen den beiden Keimblättern sehr früh erfolgt, so daß die beiden Kotyledonen, die zuerst in gleicher Höhe stehen, sehr bald auseinander treten; so steht dann das große Keimblatt an der Spitze des Stengels, während im untersten Drittel der Stengelhöhe das kleine Keimblatt inseriert ist. Das kleine Keimblatt ist selbst an blühenden Pflanzen noch erhalten und das von Solereder[4] beobachtete rindenständige und konzentrisch gebaute Leitbündel in einer vorspringenden Stengelleiste bei *Rhynchoglossum obliquum* ist identisch mit dem Gefäßbündel, welches den Medianus des kleinen Keimblattes bildet. Unter den zahlreichen Keimlingen meiner Kulturen entwickelten einige, welche ich kümmerlichen Vegetationsbedingungen aussetzte, außer dem großen Keimblatt keine Laubblätter mehr; die Hauptachse schloß mit einem terminalen Blütenstand ab.

[1] Vgl. Fritsch, Über das Vorkommen von Cystolithen bei *Klugia zeylanica*, in Wiesner Festschrift, Wien 1908, p. 412 und Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Ergänzungsband 1908, p. 246 und 355.

[2] Vgl. Solereder, l. c. p. 246 und 345. Unabhängig von Solereder hat bereits im Sommer 1907 Fräulein Berta Bennesch im Grazer botanischen Laboratorium das Auftreten von Sekretgängen in den Blättern von *Klugia zeylanica* beobachtet.

[3] Fritsch, Die Keimpflanzen der Gesneriaceen. Jena 1904, p. 46 bis 50.

[4] Solereder, l. c. p. 244, 248 und 402.

Auch unter dem Alkoholmaterial, das ich wie die Samen dem botanischen Garten in Buitenzorg verdanke, waren einige Exemplare, welche nur ein Laubblatt besaßen, das nach meinen Beobachtungen nichts anderes als das große Keimblatt ist. Ich glaube nicht zu fehlen, wenn ich daraus auf phylogenetische Beziehungen zwischen *Rhynchoglossum* und *Monophyllaea*[1] schließe, bei welcher sich auch eine auffallende Ungleichheit der beiden Kotyledonen einstellt und der größere Kotyledo zum einzigen, mächtigen Laubblatt heranwächst.

Um aber die verwandtschaftlichen Beziehungen recht deutlich zu beleuchten, möchte ich noch zwei Dinge hervorheben. Die Anordnung der Gefäßbündel hat ja *Monophyllaea* auch mit den zwei vorigen Gattungen gemein. Dieselben Vorgänge, die im Knoten bei *Klugia* und *Rhynchoglossum* sich abspielen, daß periphere Bündel in das Mark einbiegen, kehren bei *Monophyllaea* allerdings modifiziert wieder, weil im ganzen Verlauf des Hypokotyls randständige Bündel in das Mark nach aufwärts zu einmünden.

Endlich konnte ich an allen Querschnitten, welche ich durch das Hypokotyl von *Monophyllaea* legte, immer in Begleitung der Gefäßbündel, sowohl der markständigen wie der peripheren, mehr oder weniger großlumige Sekretgänge verfolgen, welche sich als ein neues, für *Monophyllaea* noch unbekanntes Vorkommnis, den Sekretgängen von *Klugia* und *Rhynchoglossum* an die Seite stellen lassen.[2]

Monophyllaea ist also zu den *Klugieae* zu stellen. Eine Stütze für diese Auffassung ist der anatomische Bau des Stengels, der in keinem der wesentlicheren Punkte mit demjenigen der *Beslerieae*, wo *Monophyllaea* der Früchte wegen bis jetzt eingereiht wurde, dagegen mit dem des Stengels der *Klugieae* ohne Zweifel im Zusammenhang steht. Ob *Acanthonema* mit *Monophyllaea* ein zusammengehöriges Paar bilden wird, wie *Klugia* und *Rhynchoglossum*, oder ob dieselbe sich anderswo (etwa an *Streptocarpus*-Arten) anschließen wird, kann erst eine Untersuchung dieser Gattung lehren.

[1] Fritsch, Keimpflanzen der Gesneriaceen, p. 52.

[2] Im Blatt von *Monophyllaea Horsfieldii* hat Fräulein Bennesch das Vorhandensein von Sekretgängen konstatiert.

Durch die Loslösung der Gattung *Monophyllaea* aus dem Verband der *Beslerieae* läßt dann auch die Tribus der *Beslericae* (C) ein übereinstimmendes Verhalten ihrer Gattungen mit Rücksicht auf den Gefäßbündelverlauf erkennen.

Aus der obenstehenden Zusammenfassung geht deutlich hervor, daß die Zusammengehörigkeit der einzelnen Gattungen zu engeren Gruppen, wie Fritsch sie in der Bearbeitung der Gesneriaceen in den »Natürlichen Pflanzenfamilien« aufgestellt hat, wohl auch durch die Untersuchung des Gefäßbündelverlaufes im Stamm in vielen Fällen ihre Bestätigung findet. Oft jedoch zeigt sich eine so bedeutende Verschiedenheit in der Anordnung und im Verlauf der Gefäßbündel, daß man wohl Zweifel hegen dürfte, ob tatsächlich nahe verwandtschaftliche Beziehungen zwischen diesen Gattungen bestehen.

Der Gefäßbündelverlauf muß mit anderen anatomischen Verhältnissen kombiniert werden und wird in einigen Fällen für die Tribusdiagnosen und in manchen Fällen zur Feststellung der Gattungs- und Artcharaktere benutzt werden können. Jedoch nur auf Grund der Verschiedenheiten im Gefäßbündelverlauf eine andere Einteilung vornehmen zu wollen, dürfte wohl verfehlt sein; es müssen vielmehr erst weitere Untersuchungen feststellen, inwieweit hier für die Systematik verwendbare Merkmale aufgefunden worden sind.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Winter 1907/08 und im Sommer 1908 im botanischen Laboratorium der Universität Graz durchgeführt. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. Fritsch, für die mir jederzeit in liebenswürdiger Weise gegebenen Ratschläge als auch für die rege Anteilnahme, die er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. V. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Ein neues Erhitzungsmikroskop

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. März 1909.)

Im Jahre 1904[1] beschrieb ich ein Krystallisationsmikroskop mit elektrischer Heizung. Dieses Heizmikroskop habe ich nach demselben Prinzip umgestaltet, um es mehrfachen Aufgaben nutzbar zu machen und namentlich um das Photographieren der Schmelz- und Krystallisationsvorgänge zu erleichtern und um in einzelnen Fällen auch etwas stärkere Vergrößerungen zur Anwendung zu bringen, sowie auch das Arbeiten in verschiedenen Gasen mit demselben zu gestatten.

Die Heizung ist auch hier die elektrische, da bei Gasheizung niemals genaue Temperaturmessungen möglich sind, weil ja in der Flamme die Temperaturen an verschiedenen Teilen derselben so verschieden sind, daß konstante Temperatur nicht gut erreichbar ist, auch können damit so hohe Temperaturen nicht erhalten werden.[2]

Das Instrument wird von der Firma C. Reichert in Wien hergestellt und kann, wie erwähnt, zu verschiedenen physikalisch-chemischen wie krystallographischen Untersuchungen verwendet werden. Durch Beigabe eines in den Tubus passenden Verlängerungseinsatzrohrs wird es auch

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 113, Abt. I (1904).

[2] Ein sehr schönes Heizmikroskop ist das der Firma Zeiß, von Siedentopf konstruiert; es hat jedoch Gasheizung und gibt auch keine hohen Temperaturen; es dient hauptsächlich zum Studium der flüssigen Krystalle (Zeitschrift für Elektrochemie), Bd. XII, 592.

ermöglicht, nach Wegnahme des Ofens das Mikroskop für die gewöhnlichen Zwecke zu gebrauchen.

Die Aufgaben, welchen das Mikroskop gerecht werden soll, sind insbesondere zweierlei Art: 1. Untersuchungen von Krystallplatten, Schliffen u. dgl. bei Temperaturen, die 1000° nicht übersteigen, wobei polarisiertes Licht zur Anwendung gelangen soll; 2. Untersuchungen der Schmelz- und Krystallisationsvorgänge bei zirka 1600°, insbesondere Bestimmung von Schmelzpunkten, Erstarrungs- und Umwandlungspunkten. Hierbei kann bis über zirka 1200° auch polarisiertes Licht verwendet werden. Auch das Verhalten von Stoffen in verschiedenen Gasen soll zur Beobachtung gelangen.

Der prinzipielle Unterschied besteht darin, daß im ersten Falle Sonnenlicht oder anderes künstliches Licht (Bogenlampe), welches durch einen Polarisator polarisiert ist, angewandt wird, während im zweiten Falle die Lichtquelle der glühende Ofen und das Objekt selbst sind.

I. Es könnte zwar für beide Zwecke derselbe Ofen verwendet werden, doch ist es weit zweckmäßiger, da, wie unten weiter ausgeführt, bei Verwendung des Ofens für höhere Temperaturen eine stärkere Vergrößerung ausgeschlossen ist, einen kleineren Ofen anzuwenden, der stärkere Vergrößerungen gestattet.

Von 700° an macht sich bereits das Eigenlicht des Ofens bemerkbar und ist es zweckmäßig, eine sehr starke Lichtquelle zu verwenden; als solche dient eine elektrische Bogenlampe mit kontinuierlichem Betriebe, bei welcher die Kohlenstifte sich automatisch verschieben.

Der Polarisator ist ein Nikol, der drehbar und ganz so angebracht ist wie bei den für mineralogisch-petrographische Zwecke dienenden Mikroskopen. Der Tisch des Mikroskops ist drehbar und hat eine Kreisteilung. Außer einem aufsetzbaren Nikol enthält der Tubus einen oberen drehbaren Nikol und können darin die üblichen Gips- oder Quarzblättchen eingeschaltet werden.

Von der bei neueren mineralogischen Mikroskopen häufig angebrachten Vorrichtung, die beiden Nikols gleichzeitig zur Drehung zu bringen, wurde Abstand genommen, da das Instru-

ment, welches doch auch noch zu anderen Zwecken dienen soll, dadurch ungemein kompliziert würde, abgesehen von der wesentlichen Verteuerung durch Anbringung dieser Einrichtung gegenüber einem verhältnismäßig geringen Nutzen.

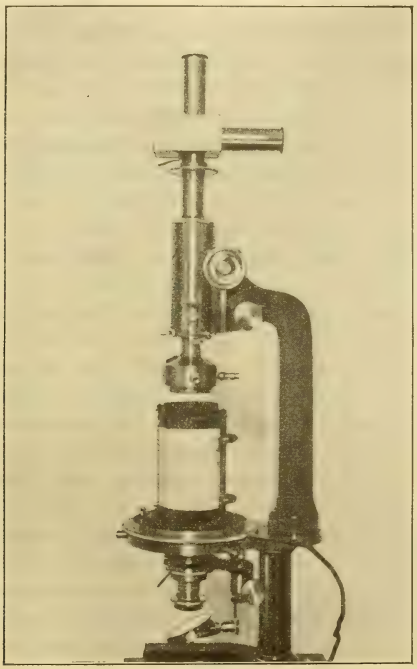


Fig. 1.

Der Tisch des Mikroskops ist durch zwei Schrauben verschiebbar gemacht und der Tubus ist behufs Zentrierung ebenfalls mit zwei Schrauben versehen.

Der Tubus ist ausziehbar, wodurch stärkere Vergrößerungen erreicht werden. Durch ein Einsatzstück kann der Tubus verlängert werden, wenn man statt Ofen II den anderen kleineren I benützt.

Die Höhe des Ofens I ist 55 *mm*, die innere Lichte 12 *mm*; beide Öfen stammen von der Firma Heraeus in Hanau.

Erwähnen will ich auch, daß Versuche ergaben, daß bei 780° neben dem polarisierten Lichte kleine Mengen von Eigenlicht auftreten, aber erst bei 900° tritt dieses stark hervor und zwischen 980 und 1270° können geringere Mengen polarisierten Lichtes, die immerhin noch Interferenzfarben sichtbar werden lassen, gegenüber des größeren Anteils von Eigenlicht durchgehen. Man kann daher bis 1270° sehr gut mit polarisiertem Lichte arbeiten, wohl aber auch bei höherer Temperatur, wenn man die Bogenlampe verstärkt.[1]

Will man bei niederen Temperaturen, bis 350° etwa, Beobachtungen machen, so wird das Präparat auf den Ofen aufgelegt und das Thermoelement in eine Öffnung des möglichst dünnen Objektglases eingefügt, und zwar muß dann das Thermoelement von oben zugeleitet werden.

Ich beabsichtige für derlei Untersuchungen einen noch kleineren Ofen zu konstruieren, da ja zur Erzeugung von niederen Temperaturen, 300 bis 400°, ein solcher genügen würde. Der Vorteil wäre der, daß man bei noch stärkeren Vergrößerungen arbeiten und vielleicht auch eine Kondensorlinse einschalten könnte, wodurch dann die konoskopische Untersuchung von Krystallplatten (Messung von Achsenwinkeln u. dgl.) ermöglicht würde.

Das Mikroskop mit Ofen I gibt übrigens Temperaturen über 1250° und lassen sich bis zu dieser Temperatur auch alle jene Untersuchungen ausführen, die bei Verwendung des Ofens II durchführbar sind. Es wird daher auch für Schmelz- und Krystallisationsversuche dieser Ofen verwendbar sein, vorausgesetzt, daß eine höhere Temperatur nicht notwendig ist. Der Vorteil ist gegenüber dem Ofen II der, daß eine stärkere Vergrößerung möglich ist.

II. Das Mikroskop soll hauptsächlich für hohe Temperaturen dienen und ist es daher nötig, einen Ofen verwenden zu

---

[1] Nach meinen Erfahrungen kann man zwar auch noch bei weit höheren Temperaturen mit polarisiertem Licht arbeiten, aber die Interferenzfarben sind undeutlich.

können, welcher so hohe Temperaturen gibt, daß die meisten Mineralien und andere Stoffe darin schmelzbar sind; doch wäre es zwecklos, über 1600° hinauszugehen, obschon es auch Mineralien gibt, die über diesem Punkte schmelzen (Korund, Zirkon, Sillimanit, Andalusit, Quarz), aus dem Grunde, weil höhere Temperaturen sich mit dem Le Chatelier'schen Pyrometer nicht mehr messen lassen und die optischen Pyrometer hier nicht gut anwendbar sind. Der in Anwendung kommende Ofen II hat eine Höhe von 100 *mm* und eine innere Lichte von 10 *mm*; er wird unten durch eine Quarzglasplatte abgeschlossen. Man könnte auch jedes beliebige, nicht leicht schmelzbare Material, auch eine Metallplatte, verwenden; es ist aber zweckmäßiger, wenn zur Einstellung des Präparates Tageslicht verwendet wird, daher soll die Abschlußplatte durchsichtig sein; eine Glasplatte kann leicht springen, daher Quarzglas vorzuziehen ist.

Nicht geringe Schwierigkeiten bereitet die Befestigung des zu untersuchenden Objektes. Bei dem Ofen I ist das Lumen ein weiteres und man wird schon deshalb, weil die zu untersuchende Platte horizontal liegen soll, einen kleinen Platindreifuß benützen, wobei das Thermoelement, das aus sehr dünnen Drähten besteht, von unten eingeschoben wird; die Drähte sind mit äußerst feinen, schmalen Kaolinröhrchen isoliert. Bei Ofen II hänge ich das Objekt mit einem Platinring, der durch drei dünne Platindrähte getragen wird, ein. Jedoch kann man sich auch hier des Dreifußes bedienen. Bei beiden Ofen bediene ich mich für Schmelz- und Krystallisationsversuche einer kleinen Quarzglasschale von Heraeus; bei Untersuchung von Platten kann man diese direkt auf den Dreifuß legen.

Messung und Regulierung der Temperatur.

Die Messung wird mit dem Platin-Platin-Rhodiumelement wie bei dem früheren Instrument vorgenommen und verweise ich auf das dort Erwähnte. Wichtig ist, daß das Thermoelement sich unmittelbar neben dem zu erwärmenden Präparat befinde, da ja an verschiedenen Stellen des Ofens verschiedene Temperatur herrscht. Um das zu vermeiden, muß der Ofen oben und unten gut verschlossen sein, damit eine aufströmende Luft-

schicht nicht oben entweiche und wieder durch eine kalte von unten ersetzt werde. Die obere, den Verschluß bildende Quarzglasplatte wird daher auf die Metallplatte, die die Fassung des oberen Teiles des Ofens bildet, durch einen dicken breiten Kupferring niedergedrückt, so daß kein kontinuierlicher Luftzug entstehen kann.

Bei Ofen I wie bei II verwende ich meistens ein von unten nach oben gerichtetes Thermoelement. In dem Tische des Mikroskops befindet sich ein Asbestschiefereinsatz mit Rinnen, in welchen die Drähte des Thermoelementes laufen; diese sind im Ofen senkrecht umgebogen und dort mit einem äußerst dünnen Röhrchen, wie sie bei der Nernstlampe verwendet werden, isoliert. (Ich verdanke eine größere Partie dieser Röhrchen Herrn Prof. Lampa in Wien.) Es ist diese Isolation ganz besonders dort nötig, wo das Präparat wie bei Ofen I auf einem Platindreifuß ruht.

Bei Ofen I kann das Thermoelement auch von oben eingehängt werden, was in manchen Fällen zweckmäßig ist, insbesondere bei niedrigeren Temperaturen.

Die Heizung erfolgt wie früher durch Gleichstrom und kann dazu der Straßenstrom oder eine kleine Akkumulatorenbatterie verwendet werden. Die Belastung der Heizspirale ist für den Ofen I 3 Ampere bei 80 Volt Spannung und für den zweiten 5 Ampere und 120 Volt. Die Regulierung erfolgt durch mehrere passende Widerstände. Das Anheizen sowie das Abheizen des Ofens soll nicht allzu schnell erfolgen, weil, wie mich die Erfahrung lehrte, dies die Haltbarkeit beeinträchtigen würde.

Die Regulierung der Temperatur ist äußerst wichtig, da namentlich bei Schmelz- und Krystallisationsvorgängen auch längeres Verweilen bei derselben Temperatur oft notwendig ist. Diese Regulierung erfolgt durch drei Widerstände, doch kann man sich auch mit zwei Vorschaltwiderständen begnügen, was auch von der Stromquelle abhängig ist. Ich verwende den Straßenstrom von 220 Volt. Um nun nicht mehr als die früher erwähnte Spannung und Stromstärke zu erhalten und auf $^1/_{20}$ Ampere einstellen zu können, wird zuerst ein großer Widerstand Nr. 1 von 96 Ω eingeschaltet, welcher jedoch nur ein Ausschalten von $4^1/_2$ Ω gestattet. Der zweite Vorschalt-

widerstand von 53 Ω hat 18 Drahtspiralen. Endlich befindet sich auch dicht bei dem Instrument noch ein Ruhstrath'scher Schiebewiderstand zur genauen Regulierung. Zwischen diesem Widerstand und dem Ofen befindet sich eine Sicherung (3 Ampere für Ofen I, 5 Ampere für Ofen II), damit der Ofen nicht übermäßig belastet, noch überheizt werde, wodurch die Heizspirale versagen könnte.

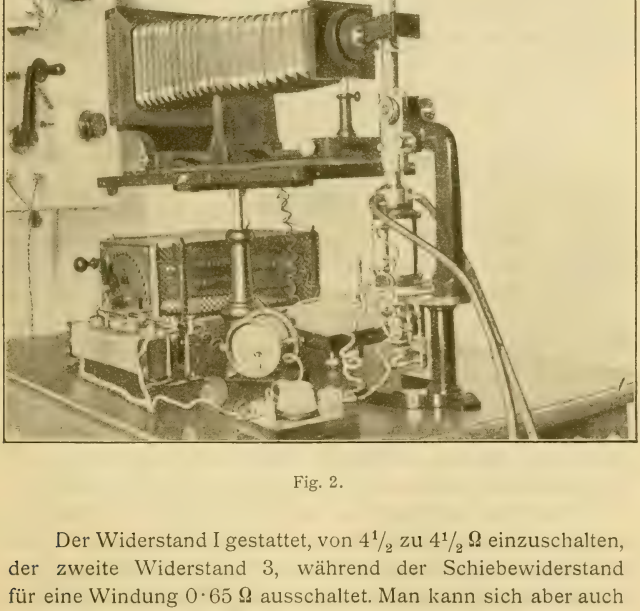


Fig. 2.

Der Widerstand I gestattet, von $4^1/_2$ zu $4^1/_2$ Ω einzuschalten, der zweite Widerstand 3, während der Schiebewiderstand für eine Windung 0·65 Ω ausschaltet. Man kann sich aber auch mit zwei Widerständen begnügen, da der erste und der zweite selbstverständlich zusammengezogen werden können.

Vermittels dieser Widerstände kann man, wie die Erfahrung zeigt, von 5 zu 5° die Temperatur progressiv erhöhen und auch durch lange Zeit konstante Temperatur erhalten, was insbesondere bei den Krystallisationsversuchen notwendig ist.

Die Stromstärke kann mit den Widerständen von $^1/_{20}$ zu $^1/_{20}$ Ampere gesteigert, respektive verringert werden.

Kühlung der Linse.

Namentlich für stärkere Vergrößerungen, die insbesondere bei dem kleineren Ofen I angewendet werden, ist eine ausgiebige Kühlung der Linse notwendig, da diese in ganz geringer Distanz von dem Ofen sich befindet. Die Kühlung erfolgt durch ein die Linse umgebendes Wasserreservoir, welches in Fig. 3 abgebildet ist.

Das Wasserreservoir steht in direkter Verbindung mit der Wasserleitung und zirkuliert das Wasser so, daß es in A ein-

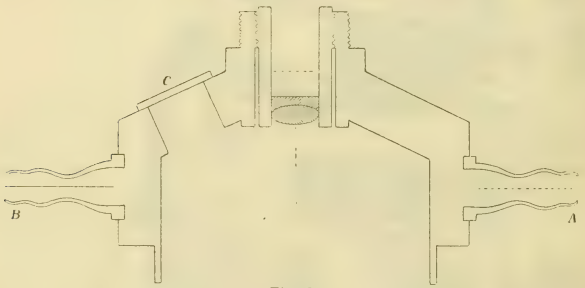


Fig. 3.

fließt und bei B ausfließt, je nachdem der Regulierungshahn mehr oder weniger geöffnet ist, stärker oder schwächer; in C ist ein Fenster, welches einen Einblick in den Ofen gestattet.

Man könnte auch auf die Idee kommen, den Ofen oben von außen zu kühlen; ich halte dies jedoch für unpraktisch und komplizierter als die leicht durchzuführende Linsenkühlung. Die Ofenkühlung wirkt der Erhitzung zu sehr entgegen und schafft auch große Temperaturdifferenzen an verschiedenen Stellen der Heizröhre, wodurch starke Strömungen in derselben entstehen, was zu vermeiden ist.

Das Objektiv besteht aus einer Chromglas- und Flintglaslinse, welche nicht verkittet sind. Das Objektiv kann durch einen Einsatz hinuntergeschoben werden bis an den unteren

Rand des Reservoirs; dadurch, daß kein Kitt verwendet wird, kann man das Objektiv höheren Temperaturen aussetzen, so daß man es ganz an den Rand des Ofens rücken kann. Dadurch können stärkere Vergrößerungen angewandt werden.

Vergrößerungen.

Sehr starke Vergrößerungen bedingen eine kleine Fokaldistanz und dabei große Annäherung an das zu untersuchende Objekt, was aber dort ausgeschlossen ist, wo dieses im Inneren des Ofens sich befinden soll. Im Ofen I lassen sich selbstverständlich stärkere Vergrößerungen erzielen wie bei dem hohen Ofen. Bei manchen Beobachtungen, insbesondere bei der Bestimmung der Schmelzpunkte, sind größere lineare Vergrößerungen auch nicht nötig; hier genügt eine solche von 20 bis 60. Bei der Beobachtung von Krystallisationsvorgängen ist jedoch möglichst starke Vergrößerung wünschenswert, was aber bei Anwendung von Ofen II nicht gut durchführbar ist, da hier über 88 nicht gut hinausgegangen werden kann (bei ausgezogenem Mikroskoptubus), weil für sehr hohe Temperaturen das Objekt nicht sehr weit von der Mitte der Heizröhre befestigt werden soll. Die stärkste Vergrößerung, die ich mit Objektiv 1 und Okular 5 anwende, beträgt zirka 132; sie ist aber nur bei Ofen I anwendbar. Indessen ist hier, wenn man nicht über 1000° gehen will, ein stärkeres Objektiv anbringbar; das Objekt wird etwas höher befestigt. Um stärkere Vergrößerung zu erzielen, wird in den Mikroskoptubus ein Einsatzrohr mit stärkerem Objektiv eingeschoben, also ein zweiter Mikroskoptubus, wodurch sich die Vergrößerungen von 100 auf 132, beziehungsweise von 66 auf 88 erhöhen. Für den kleineren Ofen lassen sich sogar bei Objektiv 3 Vergrößerungen von 371 erzielen.

Für Ofen II läßt sich mit Objektiv 0 nur eine Vergrößerung von 88 durchführen; doch genügen in vielen Fällen Objektiv 00 mit Okular 4, was 50fache Vergrößerung ergibt.

Will man zur Untersuchung von Krystallplatten die Temperaturen von 300 bis 400° anwenden, so legt man das Objekt auf den Ofen; in diesem Falle kann natürlich jede beliebige Vergrößerung angewandt werden. Eine Kühlung des Objektivs ist auch hier nicht nötig.

Photographieren der Vorgänge.

Der Apparat soll gleichzeitig zu Beobachtungen und photographischen Aufnahmen eingerichtet sein. Zu diesem Zwecke wird über dem Rohr eine Kamera eingeschoben, die ein Prisma enthält, welches durch einen Stift drehbar ist, so daß man bald auf das Beobachtungsokular, bald auf den photographischen Apparat einstellen kann.

Gewöhnlich dient das vertikale Okular zur Beobachtung, das horizontale zur Photographie. Der photographische Apparat ist dann horizontal angebracht, was ein genaueres Einstellen erlaubt. Wie schon früher erwähnt,[1] ist es zweckmäßig, um scharfe Bilder zu erhalten, ein Farbenfilter einzuschalten, was aber nur bei höheren Temperaturen (über 1000°) nötig ist, also bei Ofen II. Zu diesem Zwecke wird der Nikol durch eine Vorrichtung ersetzt, welche gestattet, ein rotes oder orangefarbenes Filter einzuschieben.

Will man bei Anwendung des Ofens I photographieren, so wendet man das Licht der Bogenlampe an, in welchem Falle die Farbenfilter nicht eingeschoben werden. Es ist zweckmäßig, das Objekt in kaltem Zustand bei Tageslicht zu photographieren, beim Schmelzbeginn und dann bei verschiedenen Temperaturen, bei auf- und absteigender Temperatur.

Als photographische Platten dienen rote Perutz-Platten, die sich bewährt haben.

Arbeiten mit Gasen.

Es ist in manchen Fällen auch notwendig, Schmelz- und Krystallisationsversuche mit Gasen vorzunehmen; es soll meist weniger ein kontinuierlicher Gasstrom zirkulieren, als eine Gasatmosphäre ohne Druck erzeugt werden. Das Gas wird von unten eingeleitet, zirkuliert im Rohr und verläßt es oberhalb desselben. Zuerst war das Ableitungsrohr in dem Apparat zur Kühlung der Linse angebracht. Eine Änderung erwies sich jedoch als zweckmäßig und bringe ich jetzt das metallische Ableitungsrohr direkt unter der Quarzplatte am oberen Ende

[1] Congresso internaz. di chimica applicata, Roma 1906.

des Ofens an. Der Ofen ist mit einem eisernen Mantel umgeben und die Quarzglasplatten sind durch Metallringe auf den Ofen anzuschrauben.

Die Versuche zeigten, daß ein Eindringen von Luft in den Ofen nicht stattfand. Man kann alle Versuche in einem beliebigen Gase, Wasserstoff, Kohlensäure, Stickstoff, ausführen.

Anmerkung.

Im American Journal, 1909, p. 43, bilden E. Wright und E. Larsen ein Erhitzungsmikroskop ab, dessen sie sich bei ihren Versuchen bedienten. Dasselbe hat eine große Ähnlichkeit mit dem von mir im Jahre 1904 (diese Sitzungsberichte, Bd. 113, Abt. I, p. 497) abgebildeten und unterscheidet sich von meinem Apparat nur durch unwesentliche Änderungen, und zwar dadurch, daß nicht die Linse gekühlt wird, sondern der Ofen oben abgekühlt wird. Ich muß meinem Erstaunen Ausdruck geben, daß die Verfasser bei der Beschreibung dieses Apparates ganz unerwähnt ließen, daß ich mich seit mehreren Jahren eines solchen Erhitzungsmikroskops bediene und ein ganz ähnliches im Jahre 1904 beschrieben und abgebildet habe.

Der Einfluß äußerer Faktoren auf Gloeothece rupestris (Lyngb.) Born.

von

Jos. Brunnthaler.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.)

Die im Folgenden beschriebenen Versuche wurden in der Zeit vom Frühjahr 1906 bis Ende 1907 in der Biologischen Versuchsanstalt in Wien (k. k. Prater) durchgeführt. Sie bilden einen Teil der Untersuchungen, welche auf Grund einer Subvention des hohen k. k. Ackerbauministeriums über die biologischen Verhältnisse der Süßwässer Österreichs vorgenommen wurden. Den unmittelbaren Anlaß gaben Vorarbeiten zu einer synoptischen Bearbeitung der Schizophyten- und Algenflora Europas. Die nähere Beschäftigung mit den Chroococcaceengattungen führte zur Überzeugung, daß kaum alle bisher unterschiedenen Formen Berechtigung zur Existenz besitzen, daß vielmehr durch äußere Einflüsse hervorgerufene morphologische Formänderungen häufig die Beschreiber neuer Arten irregeführt haben. Um die Variabilitätsgrenze einer in den Kreis der Chroococcaceen gehörigen Form kennen zu lernen, wurden die Versuche angestellt; sie sind daher in erster Linie als Untersuchungen der Anpassungsfähigkeit an äußere Bedingungen gedacht und in diesem Sinne durchgeführt.

Die Fragen, welche zu beantworten waren, sind in Kürze folgende:

Es sollte erstens der Einfluß des Lichtes, respektive der Dunkelheit, unter sonst gleichen Verhältnissen, auf die Ausbildung der Gallerthülle und Membranen festgestellt werden. Zweitens war festzustellen, ob und welche Veränderungen

Wärme hervorruft. Der Einfluß des Mediums ist ebenfalls von Wichtigkeit. Es wurden daher Kulturen in Nährflüssigkeit sowie auf Agar und Gipsplatten gemacht. Der Einfluß verschiedener Ernährungsweisen wurde durch Anstellung von zwei Versuchsreihen ermittelt, von welchen die eine lediglich anorganische, die andere nur organische Verbindungen enthält. Außer der Frage nach dem Wachstum überhaupt, war der Einfluß dieser Versuche auf die Ausbildung der Gallerthülle und Membranbildung, sowie auf den Zellinhalt zu prüfen. Es wurde hierdurch die Frage nach den Ernährungsbedingungen der Schizophyceen aufgerollt.

Die definitive Lösung aller dieser Fragen war naturgemäß nicht erreichbar. Aus praktischen Gründen konnte nur eine beschränkte Anzahl von Versuchen aufgestellt werden. Die Gesamtzahl derselben beträgt 111.

Es ist bisher nicht gelungen, eine Schizophycee absolut rein, d. h. bakterienfrei zu kultivieren. Auch bei den vorliegenden Versuchen konnte dieses Ziel nicht erreicht werden. Das Auftreten von Bakterien in mehr oder weniger großer Zahl war insbesondere bei längerer Dauer der Versuche nicht zu vermeiden, ebenso von *Stichococcus bacillaris*. Es sei hier darauf hingewiesen, daß wohl bei den meisten ernährungsphysiologischen Versuchen, welche mit Phanerogamen angestellt wurden, ebenfalls bakterienfreie Kulturen nicht vorlagen. Die vorliegenden Versuche sind daher wohl für die Lösung der Frage nach der Ernährungsphysiologie der Schizophyceen nicht brauchbar, zeigen jedoch auch in dieser Hinsicht bemerkenswerte Resultate, welche nicht ignoriert werden können. Die bakterienfreien Kulturen der Schizophyceen, welche wohl noch hergestellt werden dürften, werden erst eine Lösung dieser Fragen geben, besonders wichtige Resultate aber dürfen wir von Kulturen erwarten, welche mit Schizophyceen im Verein mit bestimmten Bakterienformen angestellt werden. Es sei hier nur auf *Azotobacter* hingewiesen, worüber noch wenig bekannt ist (vgl. H. Fischer, Zentralbl. f. Bakter. etc., II, XII, 1904). Die bearbeitete Form kommt, wie die meisten Schizophyceen, immer vergesellschaftet und besonders mit vielen Bakterien behaftet vor; letztere dürften

für die Ernährung als Aufspalter und Verarbeiter der vorhandenen Verbindungen gewiß von großer Bedeutung sein.

Es existieren meines Wissens keine größeren Versuchsreihen über eine Schizophycee; es wird daher im Laufe der Bearbeitung auf die Resultate, welche an anderen Organismen, speziell an Chlorophyceen, gewonnen wurden, hingewiesen werden, wenn dieselben auch einem anderen Verwandtschaftskreis angehören.

Die als Versuchsobjekt verwendete Form ist *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) Born.

Dieselbe kommt in der Varietät *tepidariorum* sehr häufig in Warmhäusern vor. Die Stammart bewohnt Felsen und Erde im Hügel- und Bergland. Das Material wurde seinerzeit im Freien gesammelt und in der Biologischen Versuchsanstalt weiter kultiviert.

Im nächsten Abschnitte soll die systematische Stellung und die Morphologie erörtert werden, worauf die Resultate der einzelnen Versuche in Tabellenform folgen. Die Besprechung der Resultate schließt sich an.

Für die Versuche mit Nährflüssigkeiten wurden Eprouvetten verwendet, welche mit Wattepfropf verschlossen waren. Gleiche Adjustierung erhielten die Versuche auf Agar. Die Kulturen auf Gipsplatten wurden in Petrischalen aufgestellt, die hierzu nötigen Gipsplatten selbst hergestellt. Dieselben hatten eine Dicke von zirka 3 *mm*, einen Durchmesser von 5 bis 6 *cm*. Die Platten wurden vor der Verwendung gut gewaschen, um die löslichen Verbindungen zu entfernen. Die Nährflüssigkeit wurde in die Petrischale gegossen und die Gipsplatte eingesetzt. Alle Versuche wurden sterilisiert angesetzt.

Von allen Versuchen wurden in der Regel drei gleiche angestellt, um eine Kontrolle zu erhalten. Im Falle des Mißlingens von zwei Exemplaren wurde der Versuch erneuert. Bei längerer Dauer der Versuche stellten sich, insbesondere bei den organischen Verbindungen, Pilze ein, welche sehr störend wirkten und zu öfterem Erneuern des Versuches zwangen. Bei einigen Versuchen, besonders Versuchen Nr. 13 bis 16, ergaben sich Fällungserscheinungen. Die Dauer der Versuche betrug im allgemeinen bis zur Erreichung von

vergleichbaren Resultaten zwei Monate. Die anorganischen Verbindungen im Licht ergaben bereits nach vier Wochen gutes Wachstum. Der Vergleich der Resultate wurde an zwei Monate alten Kulturen vorgenommen.

1. Systematik und Morphologie.

Die vorliegende Form gehört der Gruppe der *Chroococcaceae* an und wird von den verschiedenen Autoren nicht gleich bezeichnet. Forti in: De Toni, Syll. Algar., vol. V, p. 63, unterscheidet:

Gloeothece rupestris (Lyngb.) Bornet
(Syn.: *Gl. cystifera* Rab.,
Gl. devia Naeg.,
Coccochloris cystifera Hassall,
Palmella rupestris Lyngb.,
Palmogloea rupestris Kuetz.);

hierzu als Varietäten:

var. *cavernarum* Hansgirg,
var. *tepidariorum* (A. Br.) Hansg.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* A. Br.,
Gl. decipiens A. Br.),
var. *maxima* West (kommt für vorliegende Arbeit nicht in Betracht).

Lemmermann hat in dem von ihm bearbeiteten Teile der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Algen, p. 49, folgende Unterscheidung gemacht:

Gloeothece palea (Kütz) Rab.
(Syn.: *Gl. palea* Kütz,
Gl. devia Naeg.,
Gl. cystifera (Hass.) Rab.);

hierzu als Varietät:

var. *cavernarum* (Hansg.) Lemmerm.
(Syn.: *Gl. rupestris* var. *cavernarum* Hansg.).

Ferner unterscheidet er als eigene Art:

Gloeothece tepidariorum (A. Br.) Lagerh.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* A. Br.,
Gl. decipiens A. Br.,
Gl. rupestris (Lyngb.) Born.).

Die Anerkennung dieser Form als selbständige Art rührt bereits von Lagerheim (Öfv. Kgl. Sv. Vet.-Akad. Förh., 1883) her.

Hansgirg (Prod. Algenflora v. Böhmen, II, p. 135) hat die für uns in Betracht kommenden Formen folgendermaßen gegliedert:

Gloeothece rupestris (Lyngb.) Born.
(Syn.: *Palmella rupestris* Lyngb. exp.,
Gl. cystifera (Hassall) Rab.,
Gl. devia Naeg.)

mit zwei Varietäten:

var. *cavernarum* Hansgirg,
var. *tepidariorum* (A. Br.) Hansg.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* (A. Br.) Lagerh.,
Gl. decipiens (A. Br.) Rich.).

Kirchner (Algen Schlesiens, p. 251) führt nur *Gloeothece cystifera* Rab. von zu vergleichenden Arten auf.

Nach Vergleich der von den Autoren angeführten Diagnosen glaube ich der von Forti angewendeten Nomenklatur den Vorzug geben zu müssen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die var. *tepidariorum* eine erst entstandene Anpassungsform und die *Gloeothece rupestris*, welche im Freien vorkommt, als Stammform anzusehen ist. Die Abtrennung der var. *tepidariorum* als eigene Art ist daher nicht angängig. Das Hineinziehen von *Gl. palea*, welche auch kleiner ist, in diesen Formenkreis halte ich nicht für berechtigt. Der Vergleich von Exsikkaten der in Betracht kommenden Formen ergibt eine Stütze für die oben geäußerte Auffassung.

Für *Gl. rupestris* werden als Maße angegeben:

Zellen ohne Hüllen .... 4·5 bis 5·5 μ
Zellen mit Hüllen ..... 8 bis 12 μ,

$1^1/_2$ bis dreimal so lang als breit, zu zwei bis vier, selten acht in Familien (25 bis 45 μ breit). Zellinhalt blaugrün. Hülle farblos, selten schwach gelbbraun.

Auf Felsen, nasser Erde etc.

Die var. *cavernarum* unterscheidet sich nur durch fast vollständig farblosen Zellinhalt. In Grotten und ähnlichen Orten.

Var. *tepidariorum*:

Zellen ohne Hüllen ... 4 bis 6 μ breit,
Zellen mit Hüllen..... 5 bis 7 μ breit,
5 bis 16 μ lang,

zu ein bis zwei, selten in größeren Familien (21 bis 40 : 30 bis 50 μ). Inhalt blaugrün, schwach gekörnt. Hüllen farblos, nicht geschichtet.

Lager schmutziggrün, schleimig.

In Warmhäusern.

Es dürfte nötig sein, hier auch noch einige Bemerkungen über die morphologischen Verhältnisse anzufügen. Nachdem dieselben bei *Gloeocapsa* und *Gloeothece* sehr ähnlich sind, empfiehlt es sich, die Arbeit Brand's (Bot. Zentralbl., 83, 1900) zum Vergleich heranzuziehen. Dieser Autor unterscheidet bei *Gloeocapsa alpina* folgende Teile: 1. die Zelle mit einer fast unsichtbaren, sehr dünnen Zellmembran; 2. die Gallerte und 3. die Cuticula. Letzterer Terminus dürfte sich nicht empfehlen, da mit demselben bereits eine bestimmte Vorstellung verbunden wird. Nachdem dieser Teil der Pflanze jedenfalls der Gallerte zugerechnet werden muß, da er von ihr gebildet wird, bezeichne ich ihn als Hüllmembran oder Gallertmembran, um die hautartige Beschaffenheit damit anzudeuten. Man bezeichnet ziemlich allgemein die Gallerte inklusive dieser hautartigen Schicht als Hüllen oder Hüllgallerte. Ich würde diesen letzteren Ausdruck unbedingt vorziehen, wenn nur der unter der Hüllmembran liegende Teil darunter verstanden sein soll.

Es ergibt sich daher folgende Terminologie:

1. die Zelle mit der Zellhaut,
2. die Hüllgallerte oder Gallerthülle,
3. die Hüllmembran oder Gallertmembran.

Brand sieht in der Hülle der *Gloeocapsa* ein Analogon zur Scheide der fadenförmigen Schizophyceen. Lemaire (1901) stellte fest, daß die schleimige »Scheide« mehrerer *Coccogeneae* (*Gloeocapsa* und andere) aus Pektinstoffen besteht.

Als Familie bezeichne ich die von einer gemeinsamen Hüllmembran umschlossenen Individuen; mehrere wieder mit einer gemeinsamen Hüllmembran umgebenen Familien nenne ich Kolonien. Sind Einzelindividuen, Familien oder Kolonien miteinander verklebt, so bilden sie Aggregate. Diese Terminologie weicht etwas von der Brand'schen ab, erscheint mir jedoch praktischer.

Die morphologischen Verhältnisse der *Gloeocapsa*- und *Gloeothece*-Arten sind in vieler Hinsicht gleich gestaltet, der Hauptunterschied soll in der Form der Zellen liegen.

Die Form der Zellen ist nicht konstant, wie aus den Abbildungen hervorgeht. Die in dieser Arbeit angegebenen Maße beziehen sich sämtlich auf die Breitendurchmesser der Zellen; die Länge schwankt nach Angabe der Autoren zwischen dem Einfachen bis Dreifachen der Breite. In den vorliegenden Versuchen konnte dies jedoch nicht bestätigt werden, da die Länge höchstens das Doppelte des Querdurchmessers betrug.

Die Autoren geben als Gattungscharakter zwei Hauptmerkmale an:

1. Sollen bei *Gloeothece* die Zellen länglich sein gegenüber den stets kugeligen Zellen von *Gloeocapsa*;
2. soll bei *Gloeothece* die Teilung nur in zwei Richtungen des Raumes vor sich gehen, während bei *Gloeocapsa* die Teilung nach allen drei Richtungen stattfindet.

Die zweite Behauptung ist ganz unrichtig. Bei beiden Gattungen findet die Teilung nach allen drei Richtungen des Raumes statt. Jede gegenteilige Angabe beruht auf irrtümlicher

Beobachtung. Man kann sich in größeren Aggregaten der *Gloeothece* jederzeit überzeugen, daß derselbe Teilungsmodus wie bei *Gloeocapsa* vorliegt. Was nun die Abgrenzung der beiden Gattungen *Gloeothece* und *Gloeocapsa* auf Grund der Form der Zellen, ob dieselben kugelig oder länglich sind, betrifft, so hat die vorliegende Untersuchung ergeben, daß dieses Merkmal sehr häufig im Stiche läßt. Bei einer großen Anzahl von Versuchen war die Feststellung, ob kugelige oder längliche Zellen vorliegen, sehr schwer, wenn in Betracht gezogen wird, daß bei zweifellosen *Gloeocapsa*-Arten vor der Teilung ebenfalls längliche Zellen in größerer Menge vorhanden sind. Bei zweifellosen *Gloeocapsa*-Arten fällt die Entscheidung, ob die Normalform der Zellen kugelig oder länglich ist, nicht schwer, bei *Gloeothece rupestris* und ihren Varietäten ist diese Entscheidung jedoch häufig kaum mit Sicherheit vorzunehmen. Es wird sich wohl aus praktischen Gründen empfehlen, die beiden Gattungen *Gloeothece* und *Gloeocapsa* aufrecht zu erhalten, um nicht zu große Gattungen zu erhalten. Übergänge sind jedenfalls vorhanden.

Die wichtigste in Vergleich zu ziehende Arbeit für die Beurteilung der Veränderungen, welche *Gloeothece rupestris* in den vorliegenden Versuchen erlitten hat, ist unbedingt die schon erwähnte Arbeit von Brand: Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina* Naeg. (Bot. Zentralbl., 83, 1900). Verfasser hat in lang andauernden Versuchen und Beobachtungen im Freien am natürlichen Standorte der *Gloeocapsa alpina* die verschiedenen Wuchsformen und Zustände derselben genau studiert und kommt zu folgenden Ergebnissen.

Er unterscheidet bei der einfachen Pflanze:

1. einen Status pallidus, welcher farblose Gallerthüllen zeigt;

2. einen Status coloratus, bei welchem die Gallerthüllen von hell blauviolett bis schwärzlich schieferblau wechseln, manchmal rotviolett bis rot werden;

3. einen Status siccus, bei welchem die Gallerthülle einen geringen Durchmesser zeigt, dabei gefärbt ist; dieser Zustand wird einerseits durch Kontraktion der Gallerte,

andrerseits durch Wachstum an trockenen Standorten hervorgerufen und stellt einen Dauerzustand dar.

Bei der Familienbildung treten außer den bereits angeführten Zuständen noch:

4. der Status solutus hinzu, welcher jedoch auch bei der einfachen Pflanze nicht fehlt, jedoch häufiger bei Familien ist. Der Status solutus besorgt in erster Linie die Auflösung der Familien durch Verschleimung der Membranen, sowohl dann, wenn die Familien eine gewisse, nicht mehr überschreitbare Größe erreicht haben als auch, wenn die Familien in Wasser kultiviert werden. Färbige Gallerthüllen entfärben sich hierbei. Die Wasserkultur befördert auch die Zellteilung und damit das Kleinerwerden der Zellen.

Schließlich werden:

5. als Status perdurans die als »Sporen« beschriebenen Zustände von *Gloeocapsa alpina* ausführlich beschrieben.

Die angestellten Versuche ergaben die Richtigkeit der Brand'schen Auffassung in der Mehrzahl der Fälle. Sie erweiterten aber die Kenntnis der Ursachen der verschiedenen Zustände durch Analysierung der verschiedenen einwirkenden Faktoren. Bei Besprechung der einzelnen Faktoren soll weiter darauf eingegangen werden.

2. Versuchsprotokoll.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
1	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch-Nährlösung[1]	Sehr zahlreiche, winzige Klümpchen, Stichococcus ziemlich viel. Zellen 4·5 bis 6·5 μ, lebhaft blaugrün, fast chlorophyllgrün. Familien sehr verschieden groß, 19 bis 50 μ, dicht aneinander geklebt. Taf. III, Fig. 18.	Wachstum sehr schlecht. Wenige Kolonien auffindbar. Nur Impfmaterial.
2	$^1/_2{}^0/_0$ kalkfreie Nährlösung	Wachstum ziemlich schwach, Stichococcus am Boden, Gallerte einen blaugrünen Belag am Rande der Nährflüssigkeit bildend. Zellen 4·5 bis 7 μ, zu zwei bis acht in Familien vereinigt. Kolonien bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün bis fast chlorophyllgrün. Hüllen der einzelnen Zellen sehr stark und geschichtet. Aussehen wie Fig. 18.	Wachstum schwach. Impfexemplare.
3	Magnesiumfreie Nährlösung	Wachstum schlecht. Stichococcus eine Bodenschicht bildend, in welcher einzelne Flöckchen Gallerte vorkommen. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien zwei- bis vierzellig, Kolonien 12 bis 30 μ. Inhalt bläulichgrün, stark lichtbrechend. Gallerte stark entwickelt. Taf. III, Fig. 61.	Wachstum schlecht; kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist vierzellig, Kolonien 18 bis 30 μ. Hüllen ziemlich stark. Inhalt bläulichgrün. Taf. I, Fig. 11.

[1] Zusammensetzung siehe p. 529.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
4	Stickstofffreie Nährlösung	Wachstum ziemlich gut. Stichococcus wenig am Boden. Gallerte in Klümpchen am Rande der Flüssigkeit. Zellen 7 bis 8 μ, Familien vier- bis achtzellig, Kolonien 15 bis 30 μ. Inhalt gelbgrün, Zellhaut deutlich. Taf. I, Fig. 7.	Wachstum schlecht. Meist nur Impfexemplare, vereinzelte größere (7 bis 8 μ) Zellen.
5	Kaliumfreie Nährlösung	Wachstum sehr schwach, ganz vereinzelte Kolonien zwischen reichlichem Stichococcus. Zellen 4 bis 5 μ, blaß blaugrün, zu zwei bis vier in Familien, jede Zelle mit Gallerthof. Familien 15 bis 20 μ. Taf. III, Fig. 52.	Wachstum sehr schwach, ganz vereinzelte Zellen 4 bis 5 μ, blaugrün, fast blau. Sonst wie Fig. 18, Taf. I.
6	Schwefelfreie Nährlösung	Wachstum gut, zahlreiche punktförmige Klümpchen an der ganzen Wand verteilt. Stichococcus einen Bodenbelag bildend. Zellen 5 bis 7 μ, lebhaft blaugrün. Kolonien 24 bis 40 μ, meist zu traubenförmigen Aggregaten vereinigt. Taf. I, Fig. 18	Wachstum sehr schlecht. Nur Impfexemplare.
7	Eisenfreie Nährlösung	Wachstum schlecht, Klümpchen bildend. Stichococcus in einer Bodenschicht. Zellen 3·5 bis 5 μ, ausgesprochen grünlichblau bis fast blau. Aussehen krankhaft. Kolonien 8 bis 20 μ, meist klein und wenigzellig. Taf. I, Fig. 13.	Kein Wachstum.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
8	1% Molisch-Nährlösung	Wachstum ziemlich gut, zwischen wenig Stichococcus farblose Gallertklümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien aus (selten 2) 4 und mehr Zellen, Kolonien 24 bis 36 μ. Gallerte sehr schwer sichtbar, ungeschichtet, färbt sich mit Gentianaviolett schwach. Taf. III, Fig. 58.	Wachstum ziemlich gut. Zellen 4·5 bis 5 μ, blaßgelblichgrün, zu zwei bis vier in Familien vereinigt, 10 bis 12 μ, Kolonien 16 bis 30 μ, miteinander verklebt, Gallerte sehr schwer sichtbar. Taf. II, Fig. 46.
9	1% Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte	Wachstum sehr gut, dunkel- bis schwarzgrüne, trocken schwarzkrümmelige Massen bildend. Reichlich Stichococcus. Zellen 4·8 bis 6 μ, Familien meist vier- bis achtzellig, 19 bis 24 μ, Kolonien aus meist zwei bis vier Familien gebildet; Aggregate von Kolonien bis 75 μ. Inhalt blaugrün. Taf. I, Fig. 14.	Wachstum schwach, gelblichgrün, kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist zweizellig, 12 bis 15 μ, Kolonien 20 bis 50 μ. Inhalt sehr blaßgelblichgrün, etwas granuliert. Taf. I, Fig. 12.
10	1/2% Molisch-Agar	Wachstum gut. Dunkelgrüner, krümmeliger Belag. Zellen 3·5 bis 5 μ, Familien zwei- bis vier-, selten mehrzellig, bis 26 μ, meist zu größeren Aggregaten verklebt. Inhalt trüb blaugrün. Taf. I, Fig. 15.	Wachstum sehr langsam, sonst wie die Lichtkultur. Bakterien vorhanden.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
11	$^1/_2{}^0/_0$ kalkfreie Nährlösung nach Oehlmann	Wachstum schwach, gelbgrün, stark gallertig. Zellen 5 bis 6 μ, sehr bleich gelbgrün. Familien meist zwei- bis vierzellig, 19 bis 24 μ, Kolonien 36 bis 48 μ. Hüllen stark, äußerste manchmal abblätternd. Taf. II, Fig. 34.	Wachstum ziemlich gut, eine gelblichgrüne, gallertige Masse bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, blaß blaugrün, zu zwei bis vier in Familien vereinigt, 19 bis 24 μ, Gallerte nur durch Färbemittel sichtbar, die Zellen erscheinen wie einzeln; alle Familien miteinander verklebt. Taf. II, Fig. 41.
12	$^1/_2{}^0/_0$ kalkfreie Nährlösung nach Oehlmann mit Gipsplatte	Wachstum spärlich, gelblichgrüne, punktförmige Kolonien bildend. Kein Stichococcus. Zelle 5 bis 7 μ, Familie meist zweizellig, bis 24 μ, Kolonien 36 bis 48 μ. Inhalt gelbgrün. Taf. II, Fig. 29.	Wachstum schwach, gelblichgrün. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien meist zwei- bis vierzellig, 14·5 bis 17 μ, Inhalt blaß blaugrün bis gelbgrün. Taf. I, Fig. 2.
13	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch-Nährlösung $+^1/_{10}{}^0/_0$ Eisenchlorid	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist zweizellig, 17 bis 20 μ, Kolonien 30 bis 50 μ, Zellinhalt sehr blaß blaugrün. Gallerte und Hüllmembranen gelblich. Jede Zelle mit spezieller Hülle. Ganz gleich mit Molisch +Eisenalaun, F., L.	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 15 bis 24 μ, Inhalt lichtbrechend, sehr blaß blaugrün. Hüllmembranen dick, gelblich gefärbt. Wie Molisch+Eisenalaun, F., D., nur die Hüllen etwas gelblicher.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
14	$^1/_2\%$ Molisch-Nährlösung $+^1/_{10}\%$ Eisenchlorid mit Gipsplatte	Wachstum gut, dunkelgrüne, krümmelige Massen bildend, ziemlich viel Stichococcus. Zellen 5 bis 7 μ, Familien meist zweizellig bis achtzellig, bis 22 μ, Kolonien 30 bis 48 μ. Inhalt hellgrün, fast chlorophyllgrün. Taf. I, Fig. 25.	Wachstum schwach, chlorophyllgrün, ohne andere Algen. Zellen 4·5 bis 7 μ, Inhalt blaß gelblichgrün, homogen. Familien meist zweizellig, selten mehrzellig, 14 bis 16 μ, zu größeren Aggregaten verklebt. Taf. III, Fig. 66.
15	$^1/_2\%$ Molisch-Nährlösung $+^1/_{10}\%$ Eisenalaun	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 16 bis 20 μ, Kolonien bis 50 μ, Zellinhalt sehr blaß blaugrün. Gallerte und Hüllmembranen gelblich. Jede Zelle starke eigene Membran. Gleich mit Molisch+Eisenchlorid, F., L. Taf. II, Fig. 31.	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen. Zellen 4 bis 5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 14 bis 24 μ. Inhalt stark lichtbrechend, sehr blaß bläulichgrün. Membranen stark, gelblich. Wie Molisch+Eisenchlorid, F., D. Taf. II, Fig. 30.
16	$^1/_2\%$ Molisch-Nährlösung $+^1/_{10}\%$ Eisenalaun mit Gipsplatte	Wachstum gut, dunkelgrüne, krümmelige Massen bildend, viel Stichococcus. Zellen 5 μ, Familien meist zweizellig, 12 bis 17 μ, Kolonien bis 48 μ. Inhalt blaßgrün. Taf. I, Fig. 19.	Wachstum schwach, gelblichgrün, ohne andere Algen. Zellen 5 bis 7 μ. Familien meist zweizellig, 12 bis 14 μ. Kolonien 50 bis 60 μ. Inhalt blaß blaugrün, homogen. Kolonien miteinander verklebt. Taf. III, Fig. 65.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
17	$^1/_2$% Molisch-Nährlösung +1% Chlormagnesium	Wachstum gut. Gallerte in dunkelgrünen Klümpchen. Stichococcus reichlich, in Fäden. Zellen 5 μ, Familien meist zweizellig, bis 24 μ. Inhalt gelblichgrün. Gallerthüllen ungeschichtet, fast unsichtbar, durch Färbemittel erst erkennbar. Alle Familien miteinander verklebt. Taf. III, Fig. 55.	Wachstum gut, lebhaft grüne Flocken bildend. Zellen 4·5 bis 5·5 μ. Familien meist zweizellig, 16 bis 32 μ, selten mehrzellig. Häufig zu Kolonien vereinigt. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte nur durch Färbemittel gut erkennbar. Alle Kolonien miteinander verklebt. Taf. II, Fig. 44.
18	$^1/_2$% Molisch-Nährlösung +1% Chlormagnesium mit Gipsplatte	Wachstum gut, krümmelige dunkelgrüne Massen bildend. Stichococcus erst nach längerer Kulturdauer auftretend. Zellen 5 bis 6 μ. Familien zwei- bis achtzellig, 14·5 bis 20 μ. Kolonien 35 bis 48 μ. Inhalt hellblaugrün. Familien häufig zu größeren Aggregaten verklebt. Taf. I, Fig. 16.	Wachstum schwach, kleine, blaß blaugrüne Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 7 μ (meist 5 μ), Familien meist vierzellig, 14 bis 17 μ, zu größeren Kolonien vereinigt. Inhalt blaß blaugrün. Kein Stichococcus. Taf. I, Fig. 3.
19	$^1/_2$% Molisch-Nährlösung +1% Ammoniumnitrat	Wachstum ziemlich gut, gelbliche Flocken bildend. Zellen 3 bis 4·5 μ. Familien zwei- bis vier-, selten mehrzellig, 16 bis 28 μ, meist zu Kolonien vereinigt. Inhalt blaß gelbgrün, sehr lichtbrechend. Hüllen dick. Aussehen wie bei der Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich gut, gelbgrüne Flocken bildend. Zellen 2·5 bis 5 μ, meist zu zwei bis vier, selten mehr in Familien vereinigt, 15 bis 28 μ. Kolonien häufig. Inhalt blaß gelbgrün. Hüllen dick. Taf. II, Fig. 28.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
20	1% Chlormagnesiumlösung	Wachstum schwach, blaugrüne Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 16 bis 20 μ. Diese meist zu vieren wieder miteinander verklebt. Inhalt blaß gelblichblaugrün. Gallerte schwach und undeutlich geschichtet. Taf. III, Fig. 62.	Wachstum ziemlich gut. Hellgrüne Klümpchen. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien aus zwei Familien selten, 18 bis 24 μ. Inhalt gelblichgrün. Gallerthüllen sehr schwer sichtbar. Taf. II, Fig. 43.
21	1% Chlormagnesiumlösung mit Gipsplatte	Wachstum schwach, gelbgrün, kein Stichococcus. Zellen 8 bis 9 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien bis 50 μ. Inhalt gelblichgrün. Ziemlich starke Hüllen. Taf. I, Fig. 24.	Wachstum schwach, gelbgrün. Kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien meist vierzellig, 12 bis 15 μ. Inhalt gelblichgrün. Taf. I, Fig. 1.
22	1/2% Kaliumnitratlösung	Wachstum schwach, gelbgrüne Flöckchen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 15 bis 24 μ, zu größeren Kolonien vereinigt. Inhalt sehr blaß bläulich. Gallerte sehr hyalin, selten geschichtet. Stichococcus vorhanden. Taf. III, Fig. 48.	Wachstum schwach, gelblichgrüne Flöckchen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ, meist zwei- bis vierzellige Familien bildend, 15 bis 20 μ. Kolonien bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün. Hüllen gelblich gefärbt. Stichococcus wenig. Taf. III, Fig. 50.
23	1/2% Natriumnitratlösung	Kein Wachstum.	Wachstum sehr schwach, bläulichgrüne Flöckchen. Inhalt bläulichgrün, keine Färbung der Hüllen, sonst wie Kaliumnitrat, ·F., D.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
24	$^1/_2$% Magnesiumnitratlösung	Wachstum gut, hellgrün, ziemlich viel Bakterien. Zellen 5 bis 6 μ, Familien meist zweizellig, selten vier- oder mehrzellig, 18 bis 26 μ. Inhalt bläulichgrün. Gallerte geschichtet, stark entwickelt, ziemlich hyalin. Nach Färbung mit Vesuvin sehr ähnlich der KNO_3-Kultur. Taf. II, Fig. 33.	Wachstum schwach, bläulichgrüne Flöckchen. Zellen 3 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, bis 12 μ. Kolonien 15 bis 24 μ. Inhalt blaugrün. Hüllen stark hervortretend. Wenig Bakterien. Taf. II, Fig. 27.
25	1% Ammoniumnitratlösung	Wachstum ziemlich schwach. Wenig Stichococcus. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 12 bis 24 μ. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte sehr hyalin. Aussehen wie Versuch 26.	Wachstum schwach, wenige Klümpchen. Zellen 3 bis 5 μ, meist zweizellige Familien, 10 bis 17 μ. Kolonien 16 bis 24 μ. Inhalt lebhaft blaugrün. Taf. I, Fig. 5.
26	1% Ammoniumnitratagar	Wachstum spärlich, viel Stichococcus, eine homogene Gallertmasse bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien bis vierzellig, bis 20 μ. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte ungeschichtet, Grenzen schwer kenntlich. Taf. III, Fig. 69.	Wachstum ziemlich gut. Stecknadelkopfgroße, dunkelgrüne Aggregate. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, 12 bis 18 μ, meist zu größeren Aggregaten verklebt (20 bis 50 μ). Entwicklung sehr gut. Inhalt tief dunkelgrün. Kolonien von Bakterien umgeben. Taf. III, Fig. 64.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
27	1% Calcium-nitratlösung	Wachstum ziemlich gut, viel Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien fast stets zweizellig, selten mehrzellig, 14 bis 17 μ. Inhalt blaß blaugrün. Gallerte schwach entwickelt. Taf. II, Fig. 40.	Wachstum gut, hellblaugrüne Flocken. Zellen 3·5 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien 14 bis 24 μ. Inhalt blaß gelblichgrün. Hüllen scharf konturiert. Mit Vesuvin sehr schwache Färbung, fast gallertlos. Taf. II, Fig. 42.
28	1% Calcium-nitrat mit Gipsplatte	Wachstum schwach, gelblichgrün. Kein Stichococcus. Zellen 7 μ. Familien meist zweizellig, selten mehrzellig, bis 24 μ. Inhalt gelbgrün. Taf. II, Fig. 35.	Wachstum schwach, gelbgrün. Zellen 4·5 bis 7 μ. Familien bis achtzellig, kleine Kolonien bildend. 17 bis 22 μ. Inhalt gelbgrün (fast chlorophyllgrün). Kein Stichococcus. Taf. I, Fig. 4.
29	Ammonium-nitrat +Schwefel-ammonium-agar	Wachstum ziemlich gut, lichtgrüne, kleine Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ (selten bis 7 μ). Familien meist zweizellig (bis 14 μ), häufig sind einzellige Individuen; alle miteinander verklebt. Inhalt sehr blaß grünlich. Kein Stichococcus. Taf. III, Fig. 49.	Wachstum ziemlich gut, hellgrüne, stecknadelkopfgroße Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 9 bis 12 μ. Kolonien 24 bis 35 μ, alle miteinander verklebt. Inhalt gelblichgrün. Kein Stichococcus. Taf. II, Fig. 47.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
30	1% Ammonium-natrium-phosphat-lösung	Kein Wachstum.	Wachstum sehr schwach. Zellen 3·5 bis 4 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 18 bis 24 μ, mit starker, schwer sichtbarer Gallerthülle. Inhalt blaß bläulichgrün, häufig scheinbar eine Platte, welche manschettenartig ist, bildend. Krankhaftes Aussehen. Taf. III, Fig. 56.
31	1% Ammonium-magnesium-phosphat-lösung	Wachstum sehr schwach. Ganz vereinzelte Kolonien unter Pilzfäden. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 18 bis 24 μ. Gallerthüllen sehr groß und undeutlich geschichtet. Inhalt sehr blaß bläulichgrün. Taf. III, Fig. 51 *b*.	Wachstum schwach, kleine Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ, meist 3 μ. Familien meist zweizellig, 10 bis 17 μ, Kolonien 15 bis 24 μ. Inhalt lebhaft blaugrün. Taf. III, Fig. 51 *a*.
32	1% Ammonium-biphosphat-lösung	Wachstum ziemlich gut, eine gallertige Masse bildend. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig. Kolonien 20 bis 30 μ. Gallerte nur mit Färbemitteln sichtbar. Inhalt sehr blaß grünlich. Taf. III, Fig. 59.	Wachstum schwach, sehr schwache bläulichgrüne, gallertige Masse bildend. Viel Bakterien. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien zwei-, selten vierzellig, 18 bis 24 μ. Gallerte schwer sichtbar, erst bei Farbstoffzusatz; strukturlos. Inhalt blaß blaugrün. Taf. II, Fig. 45.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
33	1% Ammoniumbiphosphatlösung mit Gipsplatte	Wachstum sehr schwach, vereinzelte Kolonien zwischen reichlich auftretendem Stichococcus. Zellen 4 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, bis 35 μ, Gallerte sehr stark entwickelt mit deutlicher Gallertmembran. Inhalt fast farblos, krankhaft. Taf. II, Fig. 38.	Wachstum ziemlich gut, blaugrün, kein Stichococcus. Zellen 3 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, selten vierzellig, 10 bis 12 μ. Inhalt blaugrün. Taf. I, Fig. 6.
34	1% Ammoniumcarbonatlösung	Kein Wachstum.	Kein Wachstum.
35	1/2% Peptonagar	Wachstum ziemlich gut, goldgelb. Zellen 5 μ (selten bis 6 μ). Familien 20 bis 24 μ, zu größeren Aggregaten (bis 100 μ) vereinigt. Inhalt meist farblos, selten sehr schwach blaßgrünlich. Äußere Hüllen schwach gelb gefärbt (scheinbar Niederschlag). Sehr gallertreiche, in Bakterienmassen eingebettete Kolonien. Taf. III, Fig. 67.	Wachstum ziemlich gut, goldgelb. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 19 bis 30 μ (meist bis 20 μ), selten zu größeren Aggregaten vereinigt. Inhalt gelblichgrün. Gallerte schwach entwickelt. Zahlreiche Bakterien. Taf. III, Fig. 63.
36	1% Dextroseagar	Aussehen wie bei der Dunkelkultur. Wachstum etwas schwächer.	Wachstum gut, gelbbräunlich, viel Pilze. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, selten mehr oder weniger, 12 bis 20 μ. Kolonien bis 30 μ. Gallertmembran stark. Inhalt gelbbräunlichgrün. Taf. I, Fig. 21.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
37	1% Saccharose-agar	Schwaches Wachstum, gallertig, hellgelblich. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, zirka 15 μ, manchmal zu größeren Aggregaten (bis 36 μ) vereinigt, dann Familiengrenzen verwischt. Inhalt farblos. Gallerte reichlich, mit gelblichem Stich, massenhaft Bakterien. Taf. III, Fig. 68.	Schwaches Wachstum, eine gelblichgrüne Gallerte bildend. Zellen 5 bis 7 μ. Familien meist zweizellig. Kolonien 18 bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün, Gallerte nicht stark entwickelt. Viel Bakterien und Pilzhyphen. Taf. I, Fig. 17.
38	1‰ Harnstoff-lösung	Wachstum schwach; ein weißlicher, aus Bakterien bestehender Bodensatz mit wenig Gallerteklümpchen. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 17 bis 24 μ. Kolonien meist aus zwei Familien bestehend. Inhalt sehr blaß blaugrün, lichtbrechend. Taf. II, Fig. 26.	Wie Lichtkultur, Inhalt jedoch lebhaft blaugrün.
39	1‰ Harnstoff +½% Dextrose-lösung	Wachstum schwach, aber besser als 38 L. und 40 L., einen einzigen Klumpen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, selten vier- bis achtzellig, 24 bis 36 μ. Gallerte stark entwickelt und ungeschichtet. Nach Vesuvinfärbung schwach konzentrisch, jede Zelle mit eigener Gallerthülle zeigend. Inhalt blaß bläulichgrün. Ziemlich viel Bakterien. Taf. III, Fig. 57.	Wie Lichtkultur.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
40	1% Harnstoff +½% Saccharose-lösung	Wie bei Harnstoff F. L.	Wie Harnstoff F. D., jedoch besseres Wachstum.
41	½% salpetersaure Harnstoff-lösung	Wachstum ziemlich gut; kein Stichococcus, Pilze spärlich. Zellen 4 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 12 bis 24 μ, Gallerte farblos, ohne Schichtung. Gallertmembran zart. Inhalt blaß blaugrün, stark lichtbrechend. Taf. III, Fig. 53.	Wachstum schwach, sonst wie Lichtkultur.
42	1% Asparagin-lösung	Fast kein Wachstum; wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).	Wie Lichtkultur.
43	½% Asparagin +1% Dextrose-lösung	Wachstum schwach. Zellen 4 bis 5 μ, meist zu zwei in einer Familie, 20 bis 25 μ, die Gallerte stark entwickelt, nicht geschichtet, äußerster Teil dichter. Inhalt gelblichgrün, sehr dicht. Taf. III, Fig. 60.	Wachstum besser wie Lichtkultur. Inhalt lebhafter blaugrün, sonst wie Lichtkultur.
44	½% Asparagin +1% Saccharose-lösung	Fast kein Wachstum; wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).	Fast kein Wachstum, wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).

		Im Lichte	In der Dunkelheit
45	1% Asparagin-säurelösung	Kein Wachstum.	Wie Versuch Nr. 47, Lichtkultur.
46	½% Asparagin-säure + 1% Dextrose-säure	Wachstum schwach, kein Stichococcus. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, bis 24 μ. Gallerte stark entwickelt, Aussehen wie Versuch Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36), Gallertmembran schwach gelblich. Inhalt blaß bläulichgrün.	Wie Lichtkultur, Inhalt jedoch gelblichgrün. Gallertmembran ungefärbt.
47	½% Asparagin-säure + 1% Saccharose-lösung	Wachstum ziemlich schwach, kein Stichococcus. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 18 bis 24 μ. Gallerte sehr stark entwickelt, ungeschichtet, etwas gelblichbräunlich gefärbt. Inhalt blaß bläulichgrün, stark lichtbrechend. Gallertmembran dick. Taf. II, Fig. 37.	Wie Lichtkultur, nur ungefärbte Gallerte und Gallertmembran dünn.
48	1% Glycocoll-lösung	Wachstum sehr schwach, viel Pilzmycel, etwas Stichococcus (einzellig). Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 18 bis 24 μ, Kolonien bis 30 μ. Gallerte sehr stark entwickelt, ungeschichtet. Inhalt sehr blaß bläulichgrün. Taf. II, Fig. 36.	Wachstum besser als Lichtkultur. Inhalt gelblichgrün, sonst wie Lichtkultur.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
49	$^1/_2$% Glycocoll +1% Dextroselösung	Wachstum sehr schlecht, sonst wie Versuch Nr. 48 im Lichte.	Wie Lichtkultur.
50	$^1/_2$% Glycocoll +1% Saccharoselösung	Wachstum sehr schlecht, sonst wie Versuch Nr. 48 im Lichte, jedoch etwas mehr Stichococcus.	Wie Lichtkultur.
51	1‰ Tyrosinlösung	Wachstum schwach, viel Bakterien. Zellen 5 bis 6 μ, Kolonien meist zwei-, seltener vierzellig, 12 bis 15 μ. Kolonien bis 36 μ. Inhalt gelblichgrün. Taf. I, Fig. 20.	Wie Lichtkultur, jedoch Inhalt blaugrün (gesünder).
52	1‰ Tyrosin +$^1/_2$% Dextroselösung	Wachstum ziemlich gut. Zellen wie bei der Dunkelkultur sub *b)*. Inhalt lebhafter gefärbt. Familien meist vierzellig, sonst wie Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich gut. Viel Schimmelpilzfäden. Zellen zweierlei: *a)* 5 bis 6 μ, mit Gallerthof 9·5 bis 17 μ. Gallertmembran bräunlich gefärbt. Inhalt blaß bläulichgrün, meist einzellig, seltener zweizellige Familien. Ferner: *b)* Zellen 4·5 bis 5·5 μ in meist vierzelligen Familien (seltener achtzellig), 17 bis 24 μ. Gallertmembran dick, stark, bräunlich gefärbt. Inhalt wie *a)*. Taf. II, Fig. 39.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
53	1 % Tyrosin + ½ % Saccharoselösung	Wachstum sehr schwach. Zellen 3 bis 5 μ. Familien 18 bis 24 μ. Inhalt blaß blaugrün, sonst wie Versuch 53, Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich schwach, viel Bakterien. Zellen 2·5 bis 5 μ, meist zwei-, selten vierzellige Familien, 8 bis 12 μ, Kolonien seltener, 15 bis 24 μ. Inhalt blaugrün. Gallerte schwach entwickelt. Taf. II, Fig. 8.
54	1 % Methylal	Wachstum schwach, einen weißlichen Belag bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien vier- bis achtzellig, 20 bis 30 μ, miteinander verklebt. Membranen stark. Inhalt blaß bläulichgrün. Die ganzen Familien stark lichtbrechend. Bakterien vorhanden. Taf. I, Fig. 22.	Wie Lichtkultur, jedoch Inhalt lebhafter gefärbt und eine Anzahl zwei- bis vierzelliger Familien vorhanden.
55	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, Glashauskultur	Wachstum sehr gut, braungrüne Klümpchen, welche miteinander verschmelzen. Zellen 4·5 bis 5 μ, meist zweizellige Familien bildend, 15 bis 20 μ. Kolonien seltener, bis 28 μ. Inhalt gelblichgrün. Gallerte ziemlich stark, Gallertmembran meist gelblich gefärbt. Taf. III, Fig. 54.	—

		Im Lichte	In der Dunkelheit
56	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, bei 25° C.	Wachstum sehr gut, dunkelgrüne, punktförmige Klümpchen, welche zusammenwachsen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ. Familien zwei- bis achtzellig, bis 20 μ. Zellen dichtgedrängt. Gallerte schwach entwickelt. Membran ziemlich stark. Inhalt trüb blaugrün. Die Kolonien alle miteinander verklebt. Taf. I, Fig. 9.	—
57	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, bei 30° C.	Wachstum sehr gut, schwarzgrüne, punktförmige Kolonien bildend. Zellen 4·5 bis 6 μ (meist 5 μ). Familien zwei- bis achtzellig, am häufigsten vierzellig, 8 bis 12 μ. Kolonien bis 26 μ. Inhalt dunkelblaugrün, viel Cyanophycinkörner. Hüllen hell. Taf. I, Fig. 23.	—
58	Kultur in Leitungswasser	Wachstum gut, nicht zusammenhängende Flocken bildend, blaugrün. Zellen 4·5 bis 6 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 16 bis 24 μ. Hüllen stark. Inhalt gelblichgrün, homogen. Taf. II, Fig. 32.	Wachstum sehr schlecht, wenige Kolonien. Zellen 4·5 bis 6 μ. Familien vier- bis achtzellig, 15 bis 20 μ. Inhalt chlorophyllgrün. Gallerthüllen mäßig. Taf. I, Fig. 10.

Wachstum der Versuche.[1]

		Kein Wachstum	Sehr schlecht	Schlecht	Schwach	Ziemlich schwach	Ziemlich gut	Gut	Sehr gut
1	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch		—					—	
2	Ca-frei				—	—			
3	Mg-frei			—	—				
4	N-frei			—			—		
5	K-frei			—	—				
6	S-frei		—					—	
7	F-frei	—		—					
8	$1^0/_0$ Molisch-Lös.					—	—		
9	» G.[2]				—				—
10	» A.							—	—
11	Ca-frei n. Oehlmann				—		—		
12	» G.				—	—			
13	Molisch+Eisenchlorid				—	—			
14	» » G.					—		—	
15	Molisch+Eisenalaun				—	—			
16	» » G.					—		—	
17	Molisch+Chlormagnesium							—	—
18	» » G.					—		—	
19	Molisch + Ammoniumnitrat						—		
20	Chlormagnesium				—		—		
21	» G.				—	—			
22	Kaliumnitrat				—	—			
23	Natriumnitrat	—		—					
24	Magnesiumnitrat					—		—	
25	Ammoniumnitrat					—			
26	» A.					—	—		
27	Calciumnitrat						—		—
28	» G.				—	—			

[1] — = Lichtkultur, — = Dunkelkultur.

[2] *G.* = mit Gipsplatte, *A.* = Agar.

		Kein Wachstum	Sehr schlecht	Schlecht	Schwach	Ziemlich schwach	Ziemlich gut	Gut	Sehr gut
29	Ammoniumnitrat+Schwefelammonium A.						—	—	
30	Ammoniumnatriumphosphat	—		—					
31	Ammoniummagnesiumphosphat			—	—				
32	Ammoniumbiphosphat				—		—		
33	» G.			—				—	
34	Ammoniumcarbonat	—	—						
35	Pepton A.						—	—	
36	Dextrose A.						—		—
37	Saccharose A.				—	—			
38	Harnstoff				—	—			
39	» +Dextrose				—	—			
40	» +Saccharose				—				
41	Salpeters. Harnstoff						—	—	
42	Asparagin		—	—					
43	» +Dextrose				—				
44	» +Saccharose		—	—					
45	Asparaginsäure	—							
46	» +Dextrose				—	—			
47	» +Saccharose					—			
48	Glycocoll			—					
49	» +Dextrose		—	—					
50	» +Saccharose		—	—					
51	Tyrosin				—	—			
52	» +Dextrose						—	—	
53	» +Saccharose			—					
54	Methylal				—	—			
55	Molisch, Glashaus, G.								—
56	» 25°, G.								—
57	» 30°, G.								—
58	Leitungswasser		—					—	

3. Kulturversuche mit anorganischen zusammengesetzten Nährflüssigkeiten.

Die wichtigste Arbeit über Kultur von Süßwasseralgen in anorganischen Nährflüssigkeiten verdanken wir Molisch (diese Sitzungsberichte, 104, I, 1895). Es lag nahe, die hier verwendeten Nährflüssigkeiten auch für die Kultur der vorliegenden Schizophycee zu versuchen. Chodat und Goldflus (1897) haben bereits bei ihren Kulturversuchen mit der Knopschen Nährlösung, welche der von Molisch verwendeten ähnlich ist, gute Resultate erzielt. Bei vorliegenden Versuchen wurden die Nährflüssigkeiten wie folgt hergestellt.

1. Die komplette Nährflüssigkeit, bestehend aus:

KNO_3
K_2HPO_4
$MgSO_4$
$Ca(NO_3)_2$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

2. die kalkfreie Nährlösung:

KNO_3
K_2HPO_4
$MgSO_4$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

3. die magnesiumfreie Nährlösung:

KNO_3
K_2HPO_4
$Ca(NO_3)_2$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.

4. die stickstofffreie Nährlösung:

K_2HPO_4, $MgSO_4$, $CaSO_4$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

5. die kaliumfreie Nährlösung:

$PO_4(NH_4)_2$, $MgSO_4$, $Ca(NO_3)_2$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

6. die schwefelfreie Nährlösung:

KNO_3, K_2HPO_4, $MgNO_3$, $Ca(NO_3)_2$ } je 0·2 *g*,
Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

7. die eisenfreie Nährlösung:

KNO_3, K_2HPO_4, $MgSO_4$, $Ca(NO_3)_2$ } je 0·2 *g*,
1000 Aqua dest.

Bezüglich der Zusammensetzung der Nährflüssigkeit ist zu bemerken, daß statt $CaSO_4$ mit Ausnahme der stickstofffreien Lösung immer $Ca(NO_3)_2$ gegeben wurde, da die Verwertung der letzteren Verbindung eine leichtere ist.

Das Wachstum in der normalen Nährlösung war ein sehr günstiges (Fig. 8); zahlreiche punktförmige Klümpchen bedeckten die ganze Wand der Eprouvetten. Dasselbe günstige

Resultat ergab die schwefelfreie Kultur (Fig. 18). In der stickstofffreien Nährlösung (Fig. 7) waren die zahlreichen Klümpchen fast ausschließlich am Rande der Flüssigkeit und wenige Millimeter unter der Oberfläche verbreitet, was die Vermutung nahelegt, daß eine Abhängigkeit von der Stickstoffbindung durch *Azotobacter* und Verwandte vorliegt. Der Beweis, daß tatsächlich Cyanophyceen in Symbiose mit *Azotobacter* leben, wurde durch Hugo Fischer (Zentralbl. Bakteriol., II, XII, 1904, p. 267 und 268) erbracht, der Oscillatorien mit einer einprozentigen Mannitlösung überschichtete; in kürzester Zeit trat eine reiche Kultur von *Azotobacter* in derselben auf.

Die Frage, ob Schizophyceen Stickstoff aus der Luft assimilieren können, dürfte damit endgültig verneint sein, wenn auch der exakte Beweis erst nach dem Gelingen von Reinkulturen der Schizophyceen möglich ist.

Prantl (1889) war der Meinung, daß *Nostoc* freien Stickstoff oder das entstehende Ammoniumnitrit aufnimmt und wies darauf hin, daß *Blasia*, *Anthoceros* und *Azolla* daraus Nutzen zu ziehen scheinen.

B. Frank (1888 und 1889) versuchte zuerst den Nachweis der Stickstoffbindung aus der Luft für niedere Algen und Schizophyceen zu erbringen. Schloesing und Laurent sowie Koch und Kossowitsch waren derselben Ansicht, daß diesen Organismen die Fähigkeit der N-Bindung zukommt. Kossowitsch hat dann später (1894) in einer mit Sorgfalt durchgeführten Versuchsreihe gezeigt, daß dies nicht der Fall ist; er macht die Bemerkung, daß gallerthaltige Algen mehr Stickstoff assimilieren als solche ohne Gallerte, was wohl auf die größere Zahl von Bakterien zurückzuführen ist.

Beijerink hat im Jahre 1901 die seither zu großer Wichtigkeit für die Erkenntnis der Stickstoffbindung gelangte neue Gattung *Azotobacter* isoliert. Er sagt in seiner Arbeit ausführlich, daß *Oscillatoria* nicht imstande ist, N aus der Luft binden zu können.

Bouilhac und Giustiniani (1903)[1] haben in zwei Arbeiten nachgewiesen, daß *Nostoc punctiforme* und *Anabaena*,

[1] Vgl. auch die Arbeit des ersteren von 1898.

welche mit Bakterien reichlich bedeckt sind, einen von organischen Bestandteilen freien Boden mit Stickstoff versorgen können, so daß sogar höhere Pflanzen (z. B. Buchweizen) gedeihen können; es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß es sich um nitrifizierende Bakterien handelt. Bouilhac hatte früher (1896) behauptet, daß *Schizothrix lardacea* und *Ulothrix flaccida* nicht in N-freien Nährlösungen wachsen können, auch nicht in Anwesenheit von Bodenbakterien, welche sich mit diesen beiden Arten schlecht entwickeln; *Nostoc punctiforme* dagegen hat diese Fähigkeit.

Die kalkfreie Nährlösung ergab ebenfalls ein ziemlich günstiges Wachstum. Dagegen war dasselbe schwach bei der magnesiumfreien und eisenfreien Nährlösung, am schlechtesten jedoch bei der kaliumfreien.

Es wurden Parallelversuche im Dunkeln aufgestellt, welche durchwegs sehr schlechtes Wachstum ergaben. Es scheint bei den meisten Versuchen überhaupt zu keiner Vermehrung gekommen und lediglich die Impfexemplare vorhanden zu sein.

Die Versuchsreihe im Licht gibt ein Resultat, welches mit dem von Molisch erhaltenen nicht ganz übereinstimmt. Molisch konstatierte für die von ihm untersuchten Grünalgen, daß sie mit Ausnahme des Calciums dieselben Elemente wie die höheren grünen Pflanzen benötigen. Aus meinen Versuchen geht hervor, daß das Fehlen des Kaliums am schwersten empfunden wird, in absteigender Linie dann Eisen, Magnesium, Calcium, Stickstoff und Schwefel. Den Stickstoff kann sich die *Glocothece* wahrscheinlich durch stickstoffbindende Bakterien aus der Luft verschaffen. Da die Schizophyceen einem ganz anderen Stamm angehören, ist es außerdem nicht zu verwundern, daß sie sich verschieden gegenüber Entzug von bestimmten Elementen verhalten als Chlorophyceen. Es ist auch nicht der Verdacht von der Hand zu weisen, ob nicht die geringen Mengen von Elementen in organisierter Form (als abgestorbene Individuen) genügen, den außerordentlich kleinen Bedarf an Stoffen zum Aufbau neuer Individuen zu decken. Die manchmal schwierige Deutung vieler Versuche mit niederen Organismen wäre dann verständlich.

Was die Form der Zellen und Verbände betrifft, so war diese bei der S-freien, Ca-freien und der normalen Nährflüssigkeit gleich (Fig. 18), die N-freie (Fig. 7) zeigte wohl ähnliche Formen, aber verkleinerte Aggregate. Ähnlich sind auch die Exemplare in der Fe-freien Lösung. Die K- und Mg-freien Kulturen zeigen dagegen starke Ausbildung der Gallerthüllen, welche wohl als Verquellungserscheinungen aufzufassen sind.

An früheren Versuchen liegt wenig vor. Benecke (1898) gibt in einer kleinen Notiz (p. 96) an, daß *Oscill. tenuis* (?) sich in Na- wie K-haltigen Lösungen gleich gut entwickelt; er läßt es jedoch selbst dahingestellt, ob das Resultat richtig ist. Für *Hormidium nitens (Chlorophyceae)* ergab sich die Notwendigkeit von K. Meine später zu besprechenden Versuche mit Nitraten und Phosphaten bestätigen die Unverwendbarkeit der Natriumverbindung.

Außer der von Molisch angegebenen Ca-freien Nährflüssigkeit wurde auch eine von Oehlmann für *Sphagnum*-Kulturen benutzte verwendet; dieselbe besteht aus:

$MgSO_4$	0·1 *g*
KNO_3	0·2 *g*
Na_2SO_4	0·2 *g*
Aqua dest.	1000 *g*

Die Resultate waren gänzlich verschieden von der Versuchsreihe mit Molisch's Ca-freier Nährlösung. Die verschiedenen Resultate sind jedenfalls auf die geänderte Zusammensetzung der Nährlösung zurückzuführen, insbesondere auf Na. Die Kulturen in flüssigem Medium zeigten im Lichte mehrschichtige Hüllgallerte um jede Zelle, die Hüllmembran ist manchmal in Auflösung begriffen; in der Dunkelkultur hat jede Zelle eine starke, aber ungeschichtete Gallerthülle, manchmal kommen ein- bis zweizellige Komplexe vor, welche die Zellen lediglich in Gallerte eingebettet zeigen ohne jede Differenzierung. Bei den Gipskulturen sind im Lichte die Gallerthüllen wenig verdickt; die Dunkelkultur besteht aus kleinen Familien, welche im morphologischen Aussehen den Chlormagnesiumkulturen sehr gleichen.

4. Kulturversuche mit Nitraten und Phosphaten.

Es wurden Nährlösungen von folgenden Verbindungen verwendet:

Kaliumnitrat (Fig. 48 und 50);
Natriumnitrat;
Magnesiumnitrat (Fig. 33 und 27);
Ammoniumnitrat (Fig. 5, 69, 64);
Calciumnitrat (Fig. 40 und 42);
Ammoniumnatriumphosphat (Fig. 56);
Ammoniummagnesiumphosphat (Fig. 51 *a* und *b*);
Ammoniumbiphosphat (Fig. 59 und 45, 38 und 6);
ferner Ammoniumcarbonat.

Letzteres ergab kein Wachstum; ebenso war Natriumnitrat und Ammoniumnatriumphosphat im Lichte ganz unbrauchbar.

Im allgemeinen ergaben im Lichte die Nitrate die besseren Resultate. Was die Verwertbarkeit der einzelnen Verbindungen anbelangt, so ergab Magnesiumnitrat das beste Resultat; es folgen absteigend: Calciumnitrat, Ammoniumnitrat, Kaliumnitrat.

Ammoniumbiphosphat entspricht ungefähr Calciumnitrat, während dagegen Ammoniummagnesiumphosphat sehr schwaches Wachstum ergibt.

Die Dunkelkulturen ergaben ein etwas abweichendes Resultat. Die beiden Natriumverbindungen werden im Dunkel doch verwendet und ergeben ein sehr schwaches Wachstum. Von den anderen Präparaten zeigen Magnesiumnitrat und Ammoniumbiphosphat schwächeres Wachstum als im Lichte, die anderen Verbindungen besseres. Besonders hervorzuheben ist, daß Ammoniummagnesiumphosphat und Ammoniumnitrat wohl langsam wachsen, aber sehr gesund aussehende Zellen produzieren.

Es geht aus dieser Gegenüberstellung hervor, daß die meisten der verwendeten Verbindungen im Dunkel bessere Resultate ergeben.

Bineau fand bereits, daß Algen durch Nitrate ernährt werden können. Nach Loew wächst *Nostoc* in 0·1prozentigem

Kaliumnitrat sehr gut. Derselbe Autor stellte fest, daß Kalisalpeter weniger gut wirkt als Natriumsalpeter, was mit dem vorhergehenden Versuche nicht übereinstimmt; Konjugaten sollen Nitrate vorziehen, niedere Algen Ammoniaksalze. *Chlorella* verwendet nach Beijerinck (1893) Ammoniumsalze, Nitrite und Nitrate, aber schlechter als Pepton; Gonidien von *Xanthoria parietina* wachsen langsam auf Ammoniumnitrat und Kaliumbiphosphat, schlecht auf Calciumnitrat. *Cystococcus humicola* verarbeitet nach Charpentier (1903) sowohl Nitrate als auch Ammoniumsalze; nach Chick (1903) werden die Ammoniumverbindungen von *Chlorella pyrenoidosa* vorgezogen. Für *Stichococcus* haben Matruchot und Molliard festgestellt, daß Ammoniaksalze brauchbar sind, salpetersaure Salze aber nicht. Treboux (1904) stellte fest, daß der Nährwert im allgemeinen steigt in der Reihenfolge: Nitrate, Nitrite, Ammoniaksalze und daß die letzteren in der Regel auch als N-Quellen bessere Resultate ergeben als Aminosäuren und Amide.

5. Kulturen in Chlormagnesiumlösung mit und ohne Zusatz von Molisch-Nährlösung.

Die Kulturen in einprozentigem Chlormagnesium ergaben nur schwaches Wachstum im Lichte, etwas besseres im Dunkel. Die Gallerte wird verhältnismäßig stark entwickelt, ist jedoch bei der Dunkelkultur schwer sichtbar und stets schwach geschichtet (Fig. 62, 43, 24, 1).

Die Versuche mit $^1/_2$prozentiger Molisch-Nährlösung und einprozentigem Chlormagnesium (gleiche Teile) zeigen sämtlich gutes Wachstum. Sie wurden in erster Linie ausgeführt, um den Einfluß des Chlormagnesiums als Zusatz zu einer normalen Nährlösung zu sehen. Die Kulturen zeigen in der Nährflüssigkeit im Lichte stärkere Quellungserscheinungen. Die Gallertausscheidung ist ziemlich stark und ungeschichtet. Die Kulturen auf Gipsplatten ergaben im Dunkel sehr kleine Familien mit wenig Gallertbildung, die Lichtkulturen auf Gips stärker ausgebildete Membranen. Allen vier Versuchen gemeinsam ist die Verklebung fast aller Familien zu einem kuchenartigen Aggregat.

Die Versuche mit Chlormagnesium allein ergaben ganz dieselben Erscheinungen. Die Familien, welche in den Gipsdunkelkulturen auftreten, sind die kleinsten unter allen angestellten Versuchen. Die Membranen stets stark entwickelt und etwas geschichtet.

6. Kulturen in Molisch-Nährlösung mit Zusatz von Eisenchlorid und Eisenalaun.

Das Wasser, welches den freilebenden Chroococcaceen zur Verfügung steht, ist häufig eisenhaltig. Es schien daher wünschenswert, den Einfluß von Eisenverbindungen auf *Gloeothece rupestris* zu untersuchen. Es wurden folgende Versuche angestellt.

Zur normalen $^1/_2$prozentigen Molisch-Nährlösung wurden in dem einen Falle ein gleiches Quantum $^1/_{10}$prozentiges Eisenchlorid, in dem anderen $^1/_{10}$prozentiger Eisenalaun zugesetzt. Die Kultur erfolgte sowohl auf Gipsplatten wie auch in der Nährflüssigkeit, beide Versuche in Licht und Dunkelheit. Gutes Wachstum ergaben nur die Gipskulturen im Licht. Die Kultur mit Eisenchlorid ergibt das bessere Resultat, die Zellen sind lebhaft gefärbt, fast chlorophyllgrün. Alle anderen Kulturen ergaben mehr oder weniger schwach gefärbten Zellinhalt. Auffallend ist das Auftreten von gelblich gefärbten Hüllen bei den Kulturen in Nährflüssigkeit, welche auf Einlagerung einer Eisenverbindung zurückzuführen ist.[1]

Die morphologischen Veränderungen (Fig. 25, 66, 31, 30, 19, 65), welche gegenüber der in normaler Molisch-Nährflüssigkeit kultivierten *Gloeothece* auftreten, sind folgende: Bei Zusatz von Eisenchlorid und Kultur auf Gipsplatten sind die Kulturen sehr ähnlich den normalen Pflanzen, lediglich die Hüllgallerte ist etwas stärker und deutlicher. Eisenalaun auf Gips zeigt die Tendenz zur Bildung von Aggregaten sehr vermindert, die Hüllgallerte ist noch etwas stärker entwickelt.

---

[1] Molisch verweist in seiner Arbeit: Das Eisen in seinen Beziehungen zur Pflanze (Jena 1892) speziell (p. 16) auf dieses Verhalten bei Oszillatorien, welche in eisenhaltigen Gewässern vorkommen, hin.

Die Kulturen in flüssigem Medium sind im Licht und Dunkel je gleich, ausgezeichnet, wie schon oben bemerkt, durch gelbliche Färbung der Hüllen und kleinere Dimensionen der Zelle. Die Hüllmembran ist sehr auffallend. Die Dunkelkulturen auf Gips sind vollständig abweichend; die Zellen, welche dieselbe Größe wie die Lichtkulturen besitzen, liegen einzeln oder in zweizelligen Familien in einer Gallerte. Die Unterschiede der beiden Kulturen sind gering, die Eisenchloridkultur zeigt makroskopisch lebhaftere Färbung.

7. Kulturen mit Ammoniumnitrat.

Die beiden Versuche 26 und 29 auf Ammoniumnitratagar mit und ohne Schwefelammoniumzusatz zeigen einen schwachen Einfluß des Schwefelammoniums auf die morphologischen Verhältnisse, dahingehend, daß durch letzteren Zusatz die distinktere Ausbildung der Familienhülle gefördert wird. Die Kulturen ohne Zusatz ergaben besonders im Lichte fast ganz aufgelöste, verquollene Hüllen. Der Schwefelammoniumzusatz verursachte etwas kleinere Zellen und schwache Färbung. Eine Aufnahme des Schwefels in größerer Menge und Speicherung desselben konnte nicht nachgewiesen werden (Fig. 5, 69, 64).

8. Kulturen mit organischen Verbindungen.

Es wurden folgende Verbindungen als Nährstoffe verwendet:

Methylal,
Asparaginsäure,
Glykokoll,
Tyrosin,
Harnstoff,
salpetersaurer Harnstoff,
Asparagin,
Pepton,
Saccharose,
Dextrose.

Von den angeführten wurden Harnstoff, Asparaginsäure, Glykokoll, Tyrosin und Asparagin sowohl allein als auch mit

Zusatz von Dextrose oder Saccharose verwendet. Die Versuche wurden alle in Nährflüssigkeit aufgestellt, ausgenommen Pepton, Saccharose und Dextrose, welche in Agar gelöst zur Verwendung kamen.

Im folgenden soll vorerst auf die einzelnen Verbindungen eingegangen werden, um schließlich zusammenfassend die Resultate zu diskutieren.

Methylal (Fig. 22).

Die Versuche mit Methylal bestätigten teilweise die Resultate der Untersuchungen Bouilhac's, welcher fand, daß Methylal von *Anabaena* und *Nostoc* sowohl in vollem, als auch in sehr schwachem Licht als Nährstoff verwendet wird; bei vollkommener Dunkelheit gingen die Objekte zugrunde. Die Menge der Zellen war bei meinen Versuchen im Licht und Dunkel die gleiche, die Dunkelkultur hatte jedoch ein gesunderes Aussehen, die Zellen waren lebhafter gefärbt. Bouilhac versuchte auch Formaldehyd bei denselben Pflanzen als Nährstoff; er erhielt auch hier als Resultat, daß eine Lichtintensität vorhanden sein muß, welche schon beinahe CO_2-Assimilation gestattet.

Aminosäuren.

Von den drei Aminosäuren: Asparaginsäure, Glykokoll und Tyrosin war die erstgenannte im Licht ungeeignet als Nährstoffquelle. Tyrosin zeigt schwaches, Glykokoll sehr schwaches Wachstum. Die Dunkelkulturen ergaben durchaus bessere Resultate, die Zellen sind lebhafter gefärbt und haben gesünderes Aussehen. Bei den Versuchen mit den vorgenannten Aminosäuren, welchen außerdem noch Saccharose oder Dextrose zugesetzt wurde, zeigte sich wieder die leichtere Aufspaltbarkeit der Dextrose. Diese Versuche ergaben durchwegs bessere Resultate als jene ohne Zusatz von Zuckerarten. Bokorny hat schon in einer Arbeit (1894) nachgewiesen, daß *Spirogyra* diese drei Aminosäuren verwenden kann, um Stärke zu bilden. Loew und Bokorny (1887) stellten für Asparaginsäure fest, daß dieselbe im Dunkel das Verhungern der Algen hintanzuhalten imstande ist.

Harnstoff.

Harnstoff ist als Nährquelle verwendbar, besonders bei gleichzeitiger Anwesenheit von Zucker. Die besten Resultate ergibt Harnstoff mit Dextrose, dann Harnstoff mit Saccharose, während Harnstoff allein das schwächste Wachstum ergibt. Die Dunkelkulturen zeigen durchwegs bessere Resultate als die Lichtkulturen, die Zellen sind lebhafter gefärbt (Fig. 26, 57).

Salpetersaurer Harnstoff verhält sich in dieser Beziehung umgekehrt. Die Lichtkultur ist im Vorteil. Das Wachstum ist überhaupt ein besseres als in den Versuchen mit Harnstoff (mit und ohne Zucker) (Fig. 53).

Asparagin (Fig. 60 [36]).

Asparagin allein ist fast gänzlich unbrauchbar, im Licht wie im Dunkel; dasselbe gilt von Asparagin mit Saccharose. Dagegen tritt schwaches Wachstum im Licht, besseres im Dunkel bei Kulturen von Asparagin mit Dextrose auf.

Cystococcus wächst gut auf Asparagin (Charpentier, 1903), *Euglena gracilis* ziemlich gut im Dunkel nach Zumstein (1900).

Pepton (Fig. 67, 63).

Die Kulturen auf Peptonagar ergaben sowohl im Licht wie im Dunkel gutes Wachstum bei ausgesprochener Gelbfärbung der Kolonien. Auch hier sind die Zellen der Dunkelkultur lebhafter gefärbt, während in der Lichtkultur eine große Zahl überhaupt farblos erscheint.

Für *Stichococcus* ist Pepton nach Adjaroff, sowie Matruchot und Molliard ein schlechtes Nährmittel. Grintzesco konstatierte für *Scenedesmus*, daß Pepton nicht besser nährt als Nitrate, im Dunkeln sogar langsameres Wachstum eintritt. *Cystococcus* wächst nach Charpentier auf Pepton. *Chlorella* verarbeitet Pepton nach Knörrich (1901) nur in Anwesenheit von Mineralstoffen. *Euglena gracilis* gedeiht nach Zumstein sehr gut auf Pepton.

Zucker (Fig. 21, 68, 17).

Von den verwendeten Zuckerarten ist Dextrose leichter aufspaltbar und ergibt daher besseres Wachstum. Die Dunkelkulturen sind etwas besser als die Lichtkulturen. Saccharose zeigt ganz farblose Zellen im Licht, gelblichgrün gefärbte im Dunkel, Dextrose mehr bräunlich-gelbgrün gefärbte.

Für *Nostoc punctiforme* wies Bouilhac (1897 und 1900) nach, daß er im Dunkeln seine Farbe behält. Gute Wachstumsresultate auch im Dunkel ergaben: Dextrose, Maltose, Saccharose und Stärke; Milchzucker schwaches Wachstum, während schlechte Resultate mit Lävulose, Galaktose, Sorbose, Trehalose, Melezitose, Raffinose, Mannit, Dulcit, Arabinose, Xylose, Dioxyaceton, Perseit, Dextrin und Gummi arabicum erzielt wurden.

Grün bleiben nach Artari und Radais im Dunkeln die gut wachsenden Kulturen von *Chlorella vulgaris* bei Zuckerernährung. Nach Artari ist Dextrose für *Stichococcus bacillaris* die beste Kohlenstoffquelle, was auch Adjaroff bestätigt. Das Ausbleichen im Licht bei Zuckerernährung konnten Matruchot und Molliard für diese Alge ebenfalls bestätigen. Dasselbe Phänomen tritt bei *Scenedesmus acutus* nach Beijerinck bei 12% Maltose auf (im Licht), nach Artari bei *Scenedesmus caudatus* in 3 bis 5% Glykose;[1] Krüger konnte außerdem noch *Chlorothecium* und *Chlorella protothecoides* dieser Liste hinzufügen.

Der Einfluß auf die Art der Färbung, welche verschiedene Stoffe haben, soll später besprochen werden.

Die Möglichkeit der Ernährung verschiedener Algen sowohl mit organischen als anorganischen Nährstoffen wurde oft untersucht. Besonders Beijerinck hat sich mit dieser Frage beschäftigt. Er wies 1898 nach, daß *Chlorella*, *Cystococcus* und

[1] *Cystococcus humicola* bei Glykoseernährung ist im Dunkel grün, geht jedoch in Dauerzustand über (Charpentier, 1902); er verarbeitet auch invert. Zucker, Lävulose und Saccharose wie eine Mucedinee. *Euglena gracilis* wächst nach Zumstein (1900) bei Dextroseernährung gut, mit Saccharose schlecht.

Stichococcus sich sowohl saprophytisch als autotroph ernähren können (»Peptonalgen«).

Artari hat mit den Gonidien von *Xanthoria parietina*, *Gasparinia murorum*, *Stichococcus bacillaris* und anderen Chlorophyceen operiert. Die Flechtengonidien wachsen besser in Nährflüssigkeiten mit organischen Verbindungen, und zwar sowohl im Licht als auch im Dunkel; sie bleiben auch bei Dunkelkultur grün. Insbesondere *Stichococcus* entwickelt sich in Anwesenheit von Pepton, Asparagin, weinsaurem Ammoniak auch im Dunkel lebhaft grün, er wird dagegen bei Kultur mit Leucin und Kalisalpeter blaß oder farblos. Mannit, Milchzucker, Traubenzucker, Lävulose, Maltose, Inulin, Rohzucker ergaben ebenfalls grüne Zellen und gutes Wachstum, Erythrit und Dulcit blasse. Bei Rückübertragung aus letzteren Nährstoffen tritt Ergrünen ein. Matruchot und Molliard konstatieren, daß Glykosen sehr nährend sind, Gummi, Dextrin, Glyzerin und Mannit einfach ernährend, die Saccharosen, Pepton, Inulin und Stärke schlechte Nährmittel sind. Die vorliegenden Versuche bestätigen diese Resultate zum Teil.

Die beiden vorgenannten Forscher fanden auch für *Stichococcus*, daß diese Alge in 3% Glyzerin wenig Chlorophyll entwickelt, die Zellen fast farblos werden.

Prototheca Zopfii und *Chlorothecium saccharophilum* sind ebenfalls gut kultivierbar mit Pepton, Asparagin und Ammoniakverbindungen. *Scenedesmus* wird in stärkeren Glyzerinlösungen ebenfalls farblos. Am schnellsten und üppigsten wächst *Stichococcus* in relativ starken Lösungen von Pepton, Ammoniakverbindungen und Zuckern, in letzteren auch im Dunkel Chlorophyll bildend. Ähnlich verhalten sich die Gonidien von *Xanthoria parietina*, während *Scenedesmus* schwächere Lösungen bevorzugt.

Nach Zumstein ist der Nährwert für *Euglena gracilis* in absteigender Ordnung: Pepton, Asparagin, Dextrose, Saccharose.

Eine sehr große Versuchsreihe über die Verwendbarkeit von organischen Verbindungen verdanken wir Treboux, welcher 40 Arten Algen untersuchte. Er verwandte Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure,

Oxalsäure, Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure und Zitronensäure, und zwar in der Form des Kaliumsalzes als Zusatz zu einer Nährlösung; außerdem die brauchbaren Säuren auch als Ammoniumsalze. Ferner die Aminosäuren: Glykokoll, Alanin, Leucin, Tyrosin, Asparagin und Asparaginsäure. Die Konzentration betrug 0·05 bis 0·1%. Es stellte sich heraus, daß die Essigsäure gut verwendbar ist. Es waren sonst sehr große Verschiedenheiten zu bemerken. *Scenedesmus* und *Coelastrum* gedeihen auch mit milchsauren Salzen, *Euglena* mit Buttersäure, *Stichococcus* mit Zitronensäure. Die Ammoniumsalze sind fast gleich gut. Weniger gut sind die Aminosäuren brauchbar. *Chlorella* wächst mit allen, *Scenedesmus* mit Glykokoll, *Stichococcus* mit Leucin, *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum* mit Alanin. Treboux spricht die Ansicht aus, daß der Nährwert der Aminosäuren und Amide in der Regel von den Ammoniumsalzen übertroffen wird (siehe auch p. 534).

Adjaroff glaubt, daß bei organischer Ernährung C wichtiger ist als N.

Die Möglichkeit mancher Organismen, sich sowohl saprophytisch wie auch autotroph zu ernähren, hat Ludwig bewogen, eine eigene Gruppe, die Caenomyceten, zu begründen. Sie umfaßt Formen, welche je nach der Art der Ernährung als Algen oder Pilze angesprochen werden können. Die im Freien vorkommende var. *cavernarum* unserer *Gloeothece rupestris* stellt eine solche farblos gewordene Form dar, deren künstliche Kultur unter geeigneten Bedingungen gezeigt wurde.

9. Einfluß des Lichtes.

Der Einfluß des Lichtes äußert sich in mehrfacher Weise. Es werden folgende Verhältnisse beeinflußt: die Wachstumsintensität, die Größe der Zellen, die Färbung des Zellinhaltes (Ausbildung der Assimilatoren), die Hüllgallerte und Hüllmembran.

Die Wachstumsintensität ist bei einer großen Anzahl von Versuchen (25) im Licht und Dunkel gleich. Bei 15 Versuchen sind die Lichtkulturen, bei der gleichen Anzahl die Dunkelkulturen begünstigt.

Besseres Wachstum im Licht		Besseres Wachstum im Dunkel	
Versuch:		Versuch:	
1.	Molisch-Nährlösung	8.	1% Molisch auf Gips
2.	Ca-frei	11.	Ca-frei nach Oehlmann
4.	N-frei	20.	Chlormagnesium
6.	S-frei	23.	Natriumnitrat
7.	Fe-frei	26.	Ammoniumnitratagar
9.	1% Molisch auf Gips	27.	Calciumnitrat
12.	Ca-frei nach Oehlmann auf Gips	30.	Ammoniumnatriumphosphat
14.	Molisch + Eisenchlorid auf Gips	31.	Ammoniummagnesiumphosphat
16.	Molisch + Eisenalaun auf Gips	33.	Ammoniumbiphosphat auf Gips
18.	Molisch + Chlormagnesium aus Gips	36.	Dextrose
19.	Molisch + Ammoniumnitrat	40.	Harnstoff + Saccharose
24.	Magnesiumnitrat	43.	Asparagin + Dextrose
25.	Ammoniumnitrat	45.	Asparaginsäure
32.	Ammoniumbiphosphat	48.	Glykokoll
58.	Leitungswasser	53.	Tyrosin + Saccharose

Gleiches Wachstum im Licht und Dunkel weisen die Versuche: 3, 5, 10, 13, 15, 17, 21, 22, 28, 29, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54 auf (siehe Tabelle p. 527).

Beim Vergleich der beiden ersten Reihen sehen wir, daß das Substrat unbedingt einen Einfluß ausübt; ein Drittel der Kulturen, welche im Lichte besser gedeihen, sind Gipskulturen. Ferner sind die Versuche mit vollständiger Molisch-Nährlösung und Zusätzen sowie diejenigen, bei welchen ein Element fehlt, bevorzugt. Magnesiumnitrat und Ammoniumnitrat sowie Ammoniumbiphosphat wachsen ebenfalls besser im Lichte. Daß der Versuch mit Leitungswasser dasselbe Resultat hat, ist nicht auffällig. Es ist jedoch sofort auffallend, daß unter den vom Lichte begünstigten Versuchen kein einziger sich befindet mit einer Kohlenstoffverbindung.

Eine ganz verschiedene Zusammensetzung hat die andere Reihe, bei welcher die Dunkelkulturen besseres Wachstum zeigen als die Lichtkulturen. Sechs Versuche betreffen organische Verbindungen, drei Phosphate, drei Nitrate, die restlichen drei: 1% Molisch auf Gips, Ca-frei nach Oehlmann und Chlormagnesium. Die Tatsache, daß organische Verbindungen besseres Wachstum im Dunkel ergeben als im Licht, wurde schon des öfteren festgestellt. Schimper's Ansicht (1885), daß die grünen Algen nicht des Lichtes zur Chlorophyllbildung bedürfen, ist jedenfalls zu weitgehend und wurde von Bittner (1905) zurückgewiesen. Es ist bereits an anderer Stelle (p. 541) darauf hingewiesen worden, daß isolierte Flechtengonidien, *Stichococcus*, *Scenedesmus*, *Chlorella* u. a. im Dunkel bei geeigneter Ernährung und richtiger Konzentration Chlorophyll ausbilden.

Bei den Phosphaten ist bemerkenswert, daß Ammoniumbiphosphat, in Flüssigkeit dargereicht, im Lichte bessere Resultate gibt, während die Gipskultur dies in Dunkelheit tut. Von den Nitraten ist Ammoniumnitrat in Flüssigkeit im Lichte, dagegen auf Agar im Dunkel günstiger. Natriumnitrat- und Calciumnitratkulturen wachsen ebenfalls besser im Dunkel. Das bessere Wachstum im Dunkel bei den Versuchen mit der Ca-freien Nährlösung nach Oehlmann dürfte ebenfalls auf die Anwesenheit von Natriumnitrat zurückzuführen sein. Bei einer Reihe von Versuchen ist der Einfluß des Substrates (Gipsplatten) ein sehr großer und dürfte den Einfluß des Lichtes übersteigen.

Die morphologischen Verhältnisse erfahren folgende Veränderungen:

Die Größe der Zelle wird bei den in Betracht kommenden 46 Versuchen 16mal bei den Lichtkulturen im positiven Sinne beeinflußt, bei 24 Versuchen zeigen die Licht- und Dunkelkulturen dieselbe Größe und nur bei sechs Versuchen weisen die Dunkelkulturen größere Zellen auf; es kommen jedoch bei drei der letzteren Gruppe auch Zellen zwischen den größeren vor, welche unter das Maß der Zellgröße der Lichtkulturen herabgehen (bei Versuch 17, 18, 19).

Die Zugehörigkeit dieser Versuche zeigt ein sehr gleichmäßiges Verhalten bei den organischen Verbindungen; mit sehr wenig Ausnahmen sind die Zellen bei Licht- und Dunkelkulturen gleich groß. Die Vergrößerung der Zellen in der Dunkelkultur bei Molisch + Eisenalaun (auf Gips), Saccharose-Agar und Tyrosin + Dextrose ist nicht verständlich, wenn nicht Quellungserscheinungen vorliegen. Die Vergrößerung der Zellen im Licht und damit der assimilierenden Fläche dürfte in erster Linie der größeren Ausnützung des Lichtes dienen; wenn die Ernährungsbedingungen sonst keine sehr günstigen sind, wird auf diesem Weg ein erhöhter Nutzeffekt erzielt werden.

Wichtiger und auffälliger als diese Resultate ist die Reaktion der Membran und Gallerte auf das Licht. Bei den hier in Betracht kommenden 43 Versuchen ist bei keinem einzigen die Gallerte oder die Hüllmembran in der Dunkelkultur stärker entwickelt als in der Lichtkultur. 23 Versuche zeigen gleiches Verhalten im Licht und Dunkel. Auch hier fallen wieder sofort die Versuche mit organischen Verbindungen auf; wie oben konstatiert, bleiben die Größenverhältnisse der Zellen bei diesen Versuchen im Licht und Dunkel dieselben.

Dasselbe Verhalten tritt bezüglich der Ausbildung der Gallerte und Membran auf (Ausnahme Nr. 35, 37, 47). Bei den anderen Versuchen ist regelmäßig die Gallerte oder Hüllmembran in der Lichtkultur stärker entwickelt. Die extremsten Fälle sind die Versuche, bei welchen in der Lichtkultur mächtige mehrschichtige Hüllen vorhanden sind, während die Dunkelkultur solcher entbehrt. Hierher gehören die Versuche Nr. 11 (Fig. 34 und 41), 24 (Fig. 33 und 27), 28 (Fig. 35 und 4), 33 (Fig. 38 und 6), 58 (Fig. 32 und 10); besonders die drei letztgenannten Versuche ergeben ein außerordentlich deutliches Verhalten gegenüber dem Licht, es wird gegen zu intensive Beleuchtung ein Schutz angebracht durch verstärkte Ausbildung von Membran und Gallerthülle. Alle fünf aufgeführten Versuche gehören der anorganischen Reihe an. Während bei den meisten Fällen der Schutz gegen zu helle Beleuchtung durch starke Entwicklung von ungeschichteter Gallerte erreicht wird, ist in den oben aufgeführten Fällen eine mehr

weniger stark ausgeprägte Schichtung zu sehen. Die extremste Ausbildung zeigt die Ca-freie (nach Oehlmann) Kultur, bei welcher sehr kräftige konzentrische Gallerthüllen ausgebildet werden. Bei der Ammoniumbiphosphatkultur wird der Lichtschutz außer durch die starken Gallertschichten noch durch dicke Hüllmembranen hervorgerufen. Diese Verdickung der Hüllmembran ist in einer Reihe weiterer Fälle zu finden, so bei Versuch 47 (Fig. 37), 16 (Fig. 19); seltener findet eine starke Verdickung der Zellhaut, respektive Bildung einer der Zellhaut dicht anliegenden Gallertschicht statt (Versuche 20 [Fig. 62], 57 [Fig. 23]).

10. Einfluß der Wärme (Fig. 54, 9, 23).

Um den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung und Form festzustellen, wurden Kulturen mit Molisch-Nährlösung auf Gipsplatten einer konstanten Temperatur von 25° C. und 30° C. ausgesetzt. Zum Vergleich dienten Kulturen im Laboratorium bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (17 bis 18° C.) und eine Kultur im Kalthaus, in welchem im Winter und Frühjahr meist 6 bis 10° C. herrschten, später aber höhere Temperaturen auftraten. Die Kulturen wuchsen alle sehr gut. Das makroskopische Aussehen derselben ist jedoch ein sehr verschiedenes. Während die Laboratoriumskultur zusammenhängende Massen von dunkelgrüner Farbe bildet, tritt bei 25° und noch mehr bei 30° Auflösung in zahlreiche punktförmige (stecknadelkopfgroße) Aggregate auf; bei 25° sind dieselben dunkelgrün, bei 30° fast schwarz. Die mikroskopischen Verhältnisse zeigen ebenfalls die Tendenz der Verkleinerung der Familien bei gleichzeitiger Vergrößerung der Einzelzelle. Bei 30° sind die Zellen zu 6 μ überwiegend, außerdem treten fortschreitend immer mehr Cyanophycinkörner auf. Die Farbe ist in letzterem Falle lebhaft dunkelblaugrün, bei 25° trüb blaugrün. Die Membranen sind bei 30° etwas stärker entwickelt. Die Glashauskultur ergab ein Resultat, welches auf die Entstehung der in Warmhäusern so häufig auftretenden Klumpen von verschiedenen *Gloeocapsa*-Arten und Verwandten einiges Licht wirft. Von derselben Kultur abgeimpft wie die vorigen,

war diese Kultur dem Wechsel der Temperatur eines Kalthauses, wie er durch die Sonneneinwirkung hervorgerufen wird, sowie dem intensiven Licht eines Glashauses durch Monate hindurch ausgesetzt. Das Resultat waren bräunlichgrüne Klumpen, aus meist zweizelligen Familien bestehend, mit ziemlich großen Gallerthüllen, welche meist gelblich gefärbt waren. Der Zellinhalt ist gelblichgrün. Die Ursache dieser Veränderung dürfte wohl in obigen zwei Faktoren zu suchen sein.

Radais (1900) hat einen Versuch mit *Chlorella* auf festem Nährboden der Verdunklung ausgesetzt; die Zellen wurden farblos. Wurde nun die Kultur einer Temperatur von 25°, ebenfalls im Dunkel, ausgesetzt, so ergrünen die Zellen wie am Licht.

Nach Beijerinck (1893) degeneriert *Scenedesmus acutus* durch Wärme.

Zumstein (1900) konstatierte für *Euglena gracilis*, daß sie bei 24° C. schneller wuchs als bei 16° und 30° C.

11. Einwirkung des Substrates, respektive des Mediums; Gallertausbildung.

Bei den meisten Schizophyceen scheint das Substrat, respektive das Medium, in oder auf welchem dieselben gedeihen, eine sehr große Rolle zu spielen. Es ist bei Aufstellung von Kulturen immer zu berücksichtigen, ob die betreffende Pflanze normalerweise im Wasser oder auf festem Substrat lebt. Für Versuchszwecke ist stets die Nährflüssigkeit allein angewendet, die vorteilhafteste Art der Kultur, weil sie die Fehlerquellen, welche die Einschaltung eines festen Substrates meist mit sich bringt, eliminiert. Es treten dafür aber morphologische Veränderungen auf, welche nicht unberücksichtigt bleiben dürfen und welche durch Parallelversuche festgestellt werden müssen.

Bei den vorliegenden Versuchen wurden als feste Böden einerseits Agar-Agar, andrerseits Gipsplatten verwendet.

Bei Vergleich von Kulturen in Nährflüssigkeit mit solchen auf festen Substraten (Gipsplatten oder Agar) ergibt sich bei einigen ein ausgesprochen günstigeres Resultat auf den festen

Substraten, worauf bereits früher mehrfach hingewiesen wurde; besonders gilt dies bei der Molisch'schen Nährlösung.

Diese ergibt im Licht:

in Flüssigkeit	ziemlich schwaches	Wachstum.
auf Agar	gutes	
» Gips.....	sehr gutes	

Das feste Substrat Gips hat im Lichte das beste Resultat erzielt, an zweiter Stelle kommt Agar und erst dann die Nährlösung. Im Dunkeln sind die Verhältnisse verschieden. Die Nährlösung nimmt hier eine Mittelstellung ein.

Auch von den anderen Kulturen, welche als Parallelversuche auf Gipsplatten angestellt wurden, ergaben Nr. 14, Molisch+Eisenchlorid; Nr. 16, Molisch+Eisenalaun; Nr. 18, Molisch+Chlormagnesium; Nr. 21, Chlormagnesium, besseres Wachstum auf Gips als in Nährlösung; eine Ausnahme machen die Versuche Nr. 28, Calciumnitrat, und Nr. 33, Ammoniumbiphosphat, welche schlechteres Wachstum im Licht aufweisen, wobei die letztere Verbindung im Dunkeln auf Gips ein gleich gutes Wachstum aufweist wie in Flüssigkeit im Licht. Besonders günstiges Wachstum wiesen die Kulturen auf Gipsplatten bei 25° und 30° C. auf sowie im Glashaus. Auch die Kulturen auf Agar: Nr. 26, 29 sowie 35 bis 37 sind als günstig zu bezeichnen. Nach dem angeführten Versuche kann mit Sicherheit auf einen günstigen Einfluß des festen Substrates auf die Kulturresultate geschlossen werden.

Die Größe der Zellen ist bei Parallelversuchen auf dem festen Substrat wenigstens gleich groß, meistens jedoch vergrößert, z. B. Versuch Nr. 12, 14, 18, 21, 28.

In enger Beziehung steht damit die Frage nach der Ausbildung der Gallerte. Im allgemeinen wird die Ausbildung der Gallerthülle durch Kultur im flüssigen Medium stark gefördert, insbesondere die Lösung der Verbände. Die Versuche in 1% Molisch-Nährlösung, Ca-frei nach Oehlmann, Molisch+Chlormagnesium, Chlormagnesium weisen stärkere Gallertbildung auf in dem flüssigen Medium als auf Gipsplatten. Die Versuche einer anderen Gruppe: Molisch-Nährlösung mit Eisensalzen, Calciumnitrat und Ammoniumbiphosphat haben stärkere

Gallertausbildung auf Gipsplatten. Es sind jedoch diese beiden Endresultate nicht auf gleiche Ursachen zurückzuführen. Die letztgenannten Versuche verdanken ihre starke Gallerte Quellungserscheinungen infolge der Anwesenheit der betreffenden Verbindung; diese Verbindungen rufen immer kolloidale Zustände bestimmter Dichte hervor, wie bei Laboratoriumsversuchen nachgewiesen wurde, während bei den Kulturen in Nährflüssigkeiten, wie sie die erste Reihe zeigt, in erster Linie die lösende, »lockernde« Erscheinung des Wassers in Betracht kommt, wie bei den verschiedensten Versuchsanordnungen festgestellt werden kann. Es ist selbstverständlich, daß es hier ebenfalls kolloidale Wirkung ist. Im einen Fall aber spielt die Hauptrolle das Wasser, im anderen die verwendete chemische Verbindung. Die genaue Untersuchung dieser Verhältnisse lag nicht in der Absicht der vorliegenden Arbeit. Die Gallerte der Schizophyceen ist ein Hydrogel und noch fast ganz unbekannt. Es sei hier nur auf die neueren Arbeiten über Kolloide hingewiesen, insbesondere auf eine Arbeit von W. Pauli in den Ergebnissen der Physiologie, in welcher der Autor den Stand der Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen organischen Gallerten und Kristalloiden darlegt. Correns hat in seiner Arbeit über Dickenwachstum durch Intussuszeption bei einigen Algenmembranen (Flora, 47, 1889, p. 298) die Ansicht ausgesprochen, daß bei *Gloeocapsa* das Wachstum durch Apposition ausgeschlossen sei, sondern lediglich durch Intussuszeption erfolge. Die Hüllmembranen sind bei älteren Familien dicker. Schon Nägeli (Stärkekörner, p. 281 ff.) hat darauf hingewiesen. Nach Correns erfolgt keine Quellung auf Quellungsmittel. Letztere Angabe ist wohl nicht aufrecht zu erhalten. Die verschiedenen Kulturen zeigten deutlich eine wechselnde Dicke der Hüllmembranen, welche in erster Linie auf Quellungserscheinungen zurückzuführen ist. Die Nitrate, Phosphate sowie die organischen Verbindungen zeigten sehr starke Gallertbildung und teilweise auch gleichzeitig starke Membranverdickung.

Es muß einer speziellen Arbeit überlassen bleiben, die Wirkung isosmotischer Lösungen auf unsere Schizophycee genau festzustellen.

Es ließ sich abgesehen von den mehr weniger normalen Bildungen eine deutliche Unterscheidung der Versuche in zwei Gruppen machen, von denen die eine vermehrte Gallertausbildung, die andere verstärkte Ausbildung der Hüllmembran zeigte.

Der ersten Gruppe gehören die Versuche an: 3*L*, 8*L*, 8*D*, 11*D*, 17*L*, 17*D*, 20*D*, 22*L*, 22*D*, 27*L*, 29*L*, 30*D*, 31*D*, 32*L*, 32*D*, 33*L*, 38*L*, 39*D*, 41*D*, 47*L*, 48*L*, 52*D*, 55*L*.

Der zweiten sind zuzuzählen: 11*L*, 12*L*, 14*L*, 19*D*, 21*L*, 24*L*, 28*L*, 58*L*. Von letzteren sind die Hälfte Gipskulturen, auch ist bemerkenswert, daß mit einer Ausnahme alles Lichtkulturen sind.

Aus der Literatur sei nur auf zwei Angaben hingewiesen, welche sich mit dem Einflusse des Mediums befassen. Einerseits auf den Befund Artari's (1892), welcher bei Kultur von *Gloeocystis Naegeliana* in Wasser fand, daß eine Auflösung des »geschachtelten Systems« bis zum Verschwinden desselben eintritt. Auf Lehm und Torf sowie in Nährlösung tritt dieses Phänomen nicht auf, bei größerer Konzentration, respektive trockenerer Kultur werden Zellkomplexe gebildet, welche keine Gallerte aufweisen, sondern nur aus verklebten Zellen bestehen. Die zweite Arbeit ist die mehrfach zitierte von Brand über *Gloeocapsa alpina*, der in ausführlicher Weise auf den großen Einfluß des Substrates, respektive Mediums hinweist (vgl. das p. 508 über die verschiedenen Zustände Gesagte).

Wenn wir die Versuchsresultate mit den von Brand aufgestellten Zuständen bei *Gloeocapsa* vergleichen, finden wir, daß fast alle von ihm beschriebenen Stadien sich wieder hier bei *Gloeothece rupestris* finden, mit Ausnahme des als Status perdurans, »Sporen«, beschriebenen, welchen ich nicht fand. Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, daß unsere Art diesen Status nicht aufweisen kann.

12. Größe der Zellen.

Die Größenverhältnisse der Zellen ohne Gallerthüllen bewegen sich in weiten Grenzen, wenn sämtliche Versuche betrachtet werden. 2·5 μ wurde als kleinstes, 9 μ als größtes

Maß gefunden. Die Lichtkulturen bewegen sich zwischen 3 bis 9 μ, die Dunkelkulturen zwischen 2·5 bis 8 μ, also zirka 1 μ Differenz.

Von 47 Versuchen, welche einen Vergleich der Licht- und Dunkelkulturen zulassen, weisen 26 gleiche Maße auf, 18 ergaben größere Zellen im Licht und nur bei drei Versuchen ist eine Vergrößerung im Dunkel zu konstatieren.

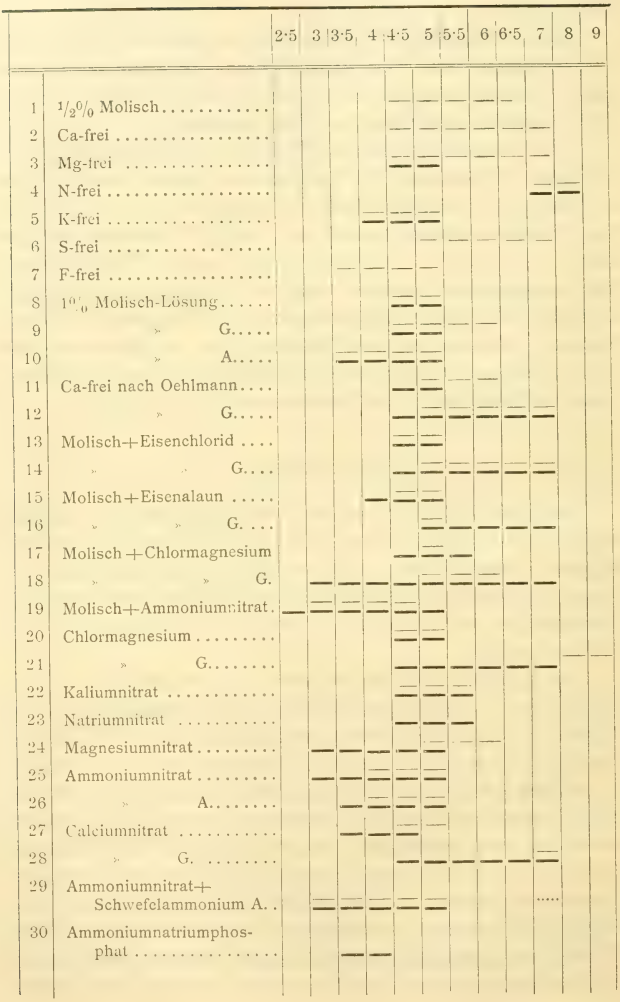
Die Tabelle auf p. 552 und 553 gibt ein Bild über die konstatierten Verhältnisse. Die Versuche zeigen sehr deutlich, daß die normale Größe von *Gloeothece rupestris* 4·5 bis 5 μ ist, über welche Grenze hinauf nur wenige Versuchsresultate gehen. Die Tendenz zur Vergrößerung durch Wärme ist eklatant ausgedrückt. Auffallen muß auch die fast vollständige Gleichheit der Größenverhältnisse bei den Versuchen mit organischen Verbindungen, von welchen nur die Versuche mit Saccharose und Tyrosin eine Ausnahme machen. Das Maximum der Zellgröße ergibt Chlormagnesium (L.) (Fig. 24).

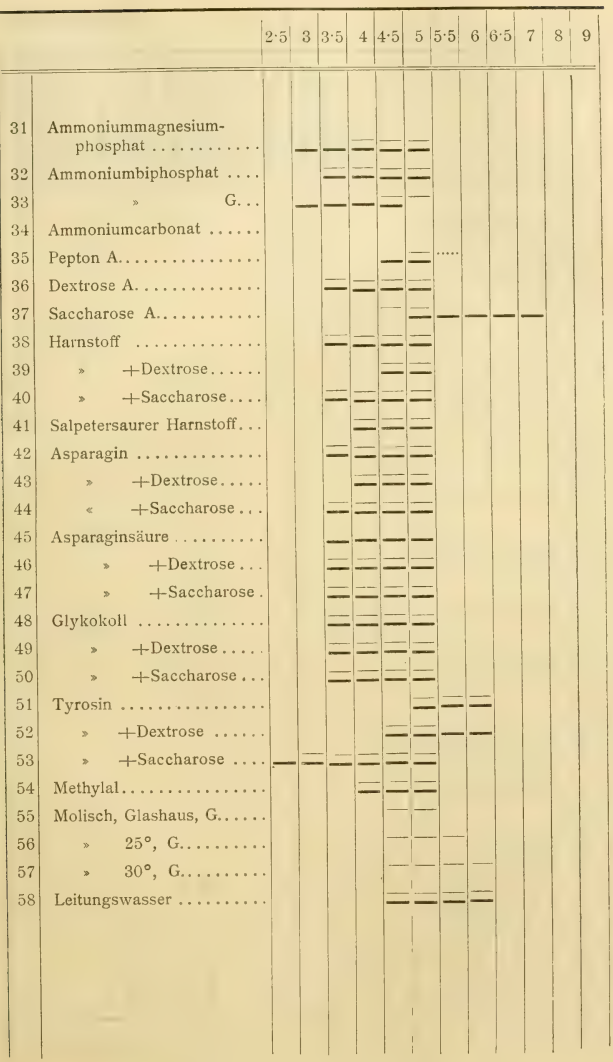
13. Zellinhalt.

Der Zellinhalt zeigt in den verschiedenen Kulturen ein sehr verschiedenes Aussehen. Der Umstand, daß die Schizophyceen keine geformten Chromatophoren wie die Algen besitzen, erschwert die Feststellung des Einflusses verschiedener Bedingungen sehr. Es erübrigt fast nur die Farbe, welche der Zellinhalt zeigt.

Die Tabelle p. 554 bis 557 weist auf den ersten Blick auf, daß gewisse Farbentöne häufiger sind als andere. Es sind zwei Richtungen in der Ausbildung der Farbstoffe zu unterscheiden. Die eine Reihe umfaßt die dem Chlorophyllgrün verwandten, die andere die als Cyanophyceengrün bekannten Farbentöne. Beide Reihen sind von voller Ausbildung durch alle Zwischenstufen bis zur Farblosigkeit herab zu verfolgen. Blaßbläulichgrün und Blaßgelblichgrün sind die beiden am häufigsten vorkommenden Farben. Der Farbenton der Schizophyceen soll bekanntlich durch die Anwesenheit wechselnder Mengen von Chlorophyll, Cyanophycin und Karotin bedingt sein. Außer der Ernährung spielt das Licht die entscheidende Rolle.

Größe der Zellen.

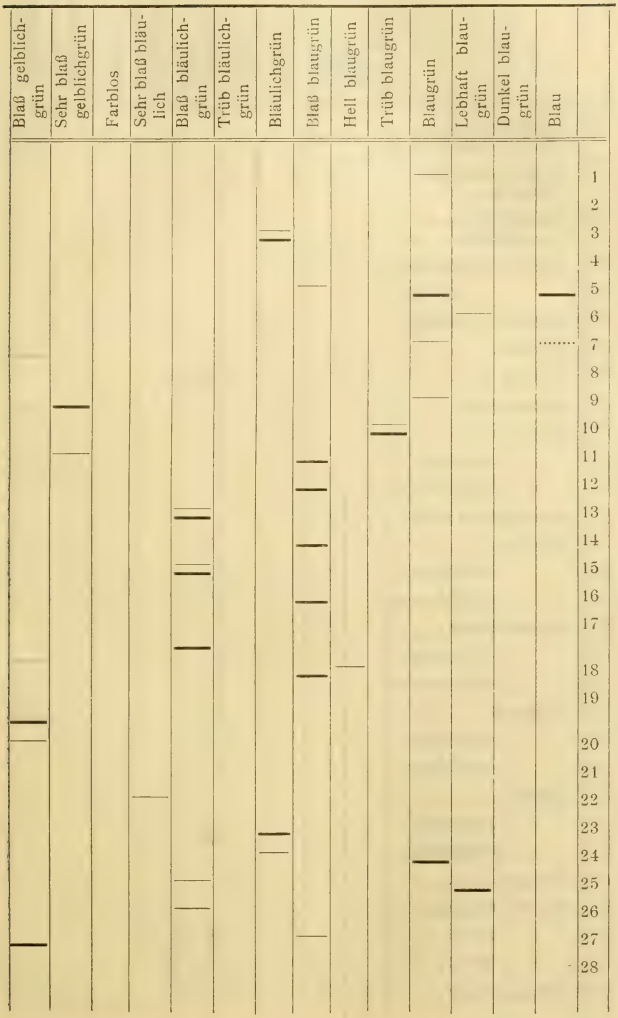



2·5
3
3·5
4
4·5
5
5·5
6
6·5
7
8
9
31 Ammoniummagnesium-phosphat
32 Ammoniumbiphosphat
33 » G.
34 Ammoniumcarbonat
35 Pepton A.
36 Dextrose A.
37 Saccharose A.
38 Harnstoff
39 » +Dextrose
40 » +Saccharose
41 Salpetersaurer Harnstoff
42 Asparagin
43 » +Dextrose
44 « +Saccharose
45 Asparaginsäure
46 » +Dextrose
47 » +Saccharose
48 Glykokoll
49 » +Dextrose
50 » +Saccharose
51 Tyrosin
52 » +Dextrose
53 » +Saccharose
54 Methylal
55 Molisch, Glashaus, G.
56 » 25°, G.
57 » 30°, G.
58 Leitungswasser

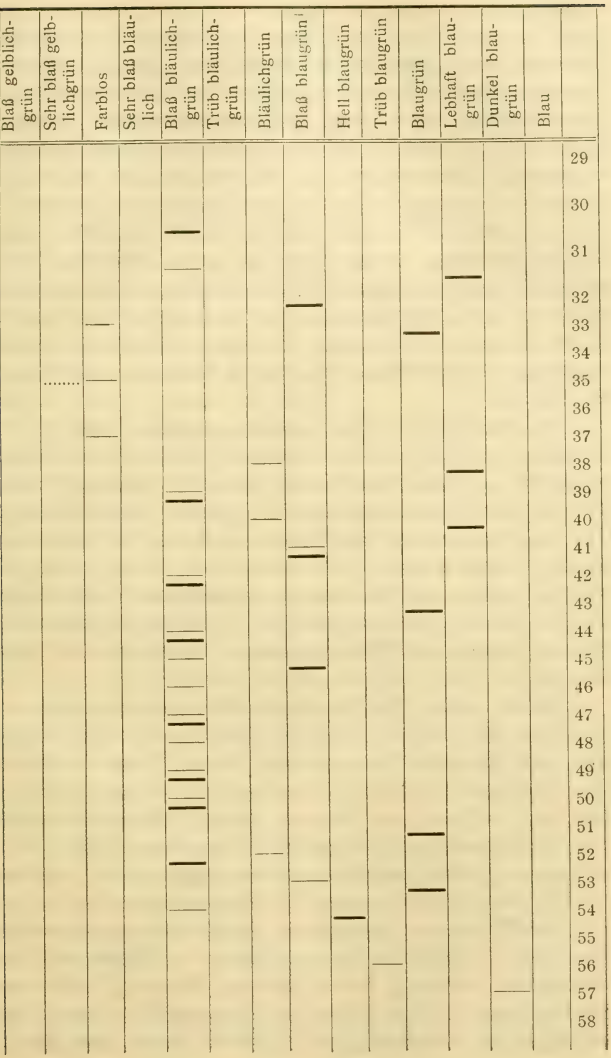
Färbung des

		Tief dunkelgrün	Chlorophyllgrün	Hellgrün	Blaßgrün	Bräunlichgelbgrün	Blaß grünlich	Gelbgrün	Blaß gelbgrün	Gelblichgrün
1	$^1/_2$% Molisch									
2	Ca-frei									
3	Mg-frei									
4	N-frei									
5	K-frei									
6	S-frei									
7	F-frei									
8	1% Molisch-Lös.									
9	» G.									
10	» A.									
11	Ca-frei n. Oehlmann									
12	» » G									
13	Molisch+Eisenchlorid									
14	» » G.									
15	Molisch+Eisenalaun									
16	» » G									
17	Molisch+Chlormagnesium									
18	» » G.									
19	Molisch+Ammoniumnitrat									
20	Chlormagnesium									
21	» G.									
22	Kaliumnitrat									
23	Natriumnitrat									
24	Magnesiumnitrat									
25	Ammoniumnitrat									
26	» A.									
27	Calciumnitrat									
28	» G.									

Zellinhaltes.



		Tief dunkelgrün	Chlorophyllgrün	Hellgrün	Blaßgrün	Bräunlichgelbgrün	Blaß grünlich	Gelbgrün	Blaß gelbgrün	Gelblichgrün
29	Ammoniumnitrat+ Schwefelammon. A. .									
30	Ammoniumnatrium-phosphat									
31	Ammoniummagne-siumphosphat									
32	Ammoniumbiphosphat									
33	» G..									
34	Ammoniumcarbonat . .									
35	Pepton A.									
36	Dextrose A.									
37	Saccharose A.									
38	Harnstoff									
39	» +Dextrose . .									
40	» +Saccharose									
41	Salpetersaurer Harnst.									
42	Asparagin									
43	» +Dextrose . .									
44	» +Saccharose									
45	Asparaginsäure									
46	» +Dextrose . .									
47	» +Saccharose									
48	Glykokoll.									
49	» +Dextrose . .									
50	» +Saccharose									
51	Tyrosin									
52	» +Dextrose . . .									
53	» +Saccharose .									
54	Methylal.									
55	Molisch, Glashaus, G..									
56	» 25° C., G.. . .									
57	» 30° C., G.. . .									
58	Leitungswasser									


Blaß gelblich-grün
Sehr blaß gelb-lichgrün
Farblos
Sehr blaß bläu-lich
Blaß bläulich-grün
Trüb bläulich-grün
Bläulichgrün
Blaß blaugrün
Hell blaugrün
Trüb blaugrün
Blaugrün
Lebhaft blau-grün
Dunkel blau-grün
Blau
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58

Ammoniumbiphosphat auf Gips, Pepton und Saccharose ergaben farblose Zellen im Lichte. Die anderen Extreme sind einerseits durch Ammoniumnitrat auf Agar (tief dunkelchlorophyllgrün) und andrerseits durch die K-freie Nährlösung (blau) hervorgerufen; letztere wohl ein Krankheitsprodukt. In beiden Fällen sind es Dunkelkulturen; die korrespondierenden Lichtkulturen sind blaß blaugrün und blaß bläulichgrün. 16 Versuche zeigen im Licht und Dunkel gleiche Färbung des Zellinhaltes. Es sind dies die Versuche: Mg-frei, 1% Molisch-Nährlösung, Molisch-Nähragar, Ca-frei nach Oehlmann, Molisch + Eisenchlorid, Molisch-Eisenalaun, Chlormagnesium auf Gips, Calciumnitrat auf Gips, Dextrose-Agar, Harnstoff + Dextrose, salpetersaurer Harnstoff, Asparagin, Asparagin + Saccharose, Asparaginsäure + Saccharose, Glykokoll + Dextrose, Glykokoll + Saccharose.

Bei einer Reihe von Versuchen ist es die Dunkelkultur, die stärkere blaugrüne Färbung zeigt, so beispielsweise Magnesiumnitrat, Ammoniumbiphosphat auf Gips, Harnstoff, Harnstoff mit Saccharose, Asparagin mit Dextrose, Asparaginsäure, Tyrosin, Tyrosin mit Saccharose, Methylal. Es wurde auf dieses Phänomen schon früher hingewiesen (siehe p. 544). Die meisten gehören den Versuchen mit organischen Verbindungen an. Die Versuche mit anorganischen Verbindungen zeigen eine bessere Färbung im Lichte, besonders bei Molisch auf Gips, Molisch mit Chlormagnesium, Calciumnitrat.

Welch großen Einfluß die Ernährungsbedingungen auf den Zellinhalt ausüben, zeigen Versuche, welche Beijerinck mit einer *Chlorella* 1904 vornahm. Diese Pflanze wurde in ihrer farblosen Form (zur Pilzgattung *Prototheca* gerechnet) aus dem Saftflusse von Bäumen isoliert. Durch Überimpfen und Weiterzucht auf Biergelatine ergab diese Form grüne, gelbe und farblose Individuen, hervorgerufen durch verschiedene Ernährungsbedingungen. Für *Stichococcus* geben Matruchot und Molliard folgendes an: Bei Ernährung mit Saccharose bleibt die Färbung weiter erhalten, bei Pepton wird sie olivengrün, Glykosen färben gelblich, Dextrin, Inulin und Stärke bläulich. Es ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß bei Algen die Ausbildung der Chromatophoren noch hinzu-

kommt, in erster Linie die Größe, was bei Schizophyceen wegfällt.

So hat Zumstein bei *Euglena gracilis* gefunden, daß in Dunkelkulturen die Chromatophoren als kleine Leukoblasten vorhanden sind, welche im Licht ergrünen. Bei reicher organischer Ernährung unterbleibt dies.

14. Formänderung und Anpassung.

Es existieren wenig Angaben über Formänderungen bei niederen Algen oder Schizophyceen, durch äußere Einflüsse hervorgerufen. Die meisten Autoren konstatierten nur die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Benutzung eines Stoffes für Ernährung, ohne sich um etwa auftretende Veränderungen im morphologischen Aufbau zu kümmern.

Für eine in dem Salzgewinnungsbassin der Salinen lebende Schizophycee, welche den sogenannten »Filz« bildet, *Microcoleus chtonoblastus*, stellte Cavara fest, daß diese Pflanze Konzentrationen von $^1/_{40}$ normalem Meerwasser (zirka 3·6° Baumé) bis 8° Baumé verträgt. In hypertonischen Lösungen werden Dauerzellen gebildet. Bei Konzentration tritt Plasmolyse ein. Es ist verständlich, daß eine Pflanze, welche an so außerordentlich exponierter Stelle vorkommt, wie es ein Salinenbassin darstellt, große Anpassungsfähigkeit haben muß, um existieren zu können.

A. Richter hat 1892 mit *Oscillatoria Froelichii* Anpassungsversuche an NaCl gemacht. Er fand, daß durch stärkeren NaCl-Gehalt der Kulturflüssigkeit sich die Zellen vergrößerten; die Zellen, welche ursprünglich 15 bis 16 μ hatten, erreichten schließlich eine Größe von 36 μ.

5% NaCl verursachte Bildung kugeliger, dauersporenähnlicher Gebilde. Wurde die Konzentration zu rasch gesteigert, so trat Gelblichfärbung des Inhaltes ein, welche jedoch bei längerer Kulturdauer wieder verschwand, um der ursprünglichen Färbung Platz zu machen. *Anabaena flos-aquae* vertrug keine so hohen Konzentrationen und zeigte außer starker Verquellung der äußeren Membranschichten starke Abplattung der einzelnen Zellen. Richter stellte noch Versuche mit

Stichococcus, *Tetraspora*, *Zygnema*, *Cladophora* und *Chlorella* an und kommt zur Ansicht, daß je höher die Organisation einer Art sei, um so schwerer die Anpassung erfolge. Stets sah er eine Vergrößerung der Zellen bei höherer Konzentration; es erfolgt jedoch bei den verschiedenen Arten bei für die einzelnen Arten konstantem Konzentrationsgrad ein Stillstand in der Vergrößerung, womit jedoch nicht die Grenze der Kulturmöglichkeit erreicht ist. Artari hat gefunden, daß *Chlorococcus infusionum* sowie *Chlorella vulgaris* kaum variabel sind, *Stichococcus bacillaris* bedeutend mehr, am stärksten jedoch *Scenedesmus*. *Chlorella vulgaris* wurde auch von Grintzesco bearbeitet. Grintzesco hat für *Sc. acutus* festgestellt, daß je nach der Art der Wachstumsbedingungen Coenobien oder *Dactylococcus*-Zustände auftreten. Abnorme Zellen werden durch Traubenzuckeragar hervorgerufen. Die große Variabilität der Formen, welche *Stichococcus bacillaris* unter verschiedenen Kulturverhältnissen zeigt, wurde von Matruchot und Molliard studiert. Über den Einfluß verschiedener Nährflüssigkeiten auf den Zellinhalt wurde bereits früher berichtet. Die brauchbaren mineralischen Nährmittel ergaben Chromatophorenformen, vollkommen verschieden von jenen, welche schlechte Ernährung verursachten. Ebenso verhielten sich die organischen Stoffe. Die Chromatophoren verkleinerten sich bis zu fast völligem Verschwinden, dagegen traten ölartige Tropfen auf. Die Konzentration der Lösungen hatte in erster Linie Einfluß auf die Wachstumsschnelligkeit;[1] es wurde schon von anderen Autoren nachgewiesen, daß die meisten niederen Algen ziemlich bedeutende Konzentrationsschwankungen ertragen, ohne zugrunde zu gehen. Die Formänderungen waren bei *Stichococcus bacillaris* bei 0·03%, 0·3%, 3% und 6% nicht sehr groß, die Tendenz zur Verkleinerung das Auffälligste. Für noch stärkere Konzentrationen hat Artari angegeben, daß die Zellen langgestreckt und schmal werden und oft kettenförmig vereinigt sind. Die schwächeren Lösungen zeigen kurze und relativ dicke Zellen. Die Vergrößerung in konzentrierteren

[1] Wenn Bakterien anwesend sind, kommt ihnen ebenfalls ein Einfluß zu, wohl auf Ernährungsänderungen beruhend.

Nährflüssigkeiten hat derselbe Autor für *Gloeocystis Naegelii* konstatiert; es tritt jedoch Schwund der Gallerthülle auf, die Zellen verkleben miteinander.

Nach Adjaroff verursacht das Fehlen von Na und Ca abnorme Zellbildung.

Stigeoclonium wurde von Livingstone genau studiert. Die Änderungen, welche auftreten, ruft nach ihm lediglich der verschiedene osmotische Druck hervor, nicht die chemische Beschaffenheit der Nährflüssigkeit. Hoher Druck verursacht die Änderung von zylindrischen Zellen in sphärische, niedriger das Umgekehrte. Im ersteren Falle treten auch unregelmäßige Zellen auf. Die *Palmella*-Form hat nach Yatsu dickere Zellwand, größere Pyrenoide und größere Chromatophoren.[1]

Sehr interessante Versuche verdanken wir Yasuda. Er stellte vergleichende Anpassungsuntersuchungen an mit *Euglena viridis, Chilomonas Paramaecium, Mallomonas Ploesslii, Colpidium colpoda* und *Paramaecium caudatum*. Er konnte feststellen, daß sich die Konzentrationswerte annähernd proportional den isotonischen Konzentrationen der Stoffe verhalten. Bei höherer Konzentration wurde beobachtet, daß die Vakuolen nach Größe und Zahl zunehmen, daß die Chromatophoren, respektive Amylumkörper verschmelzen, sich abrunden, uneben werden, schließlich tritt Bewegungs- und Vermehrungshemmung ein.

Euglena gracilis untersuchte Zumstein. Auch für diese Form konnte der große Einfluß der Ernährung und anderer äußerer Faktoren auf die morphologischen Verhältnisse festgestellt werden. Die schon an anderer Stelle besprochene Tatsache der Möglichkeit der Anpassung an autotrophe und heterotrophe Ernährung für die meisten niederen Algen wäre hier nur zu erwähnen, speziell sei auf das Vorkommen von physiologischen Rassen bei Algen, welche sowohl als Flechtengonidien als frei vorkommen, hingewiesen (siehe die Arbeiten von Beijerinck, Klebs, Artari).

---

[1] Techet fand ebenfalls bei *Chaetomorpha aerea*, daß bei höherer Konzentration sich die Zellmembranen verdicken und Schichtung derselben eintritt, während die Gestalt sich nicht sehr änderte. (Österr. bot. Zeitschr. *54*, 1904, p. 313).

Die vorliegenden Versuche mit *Gloeothece rupestris* ergaben eine sehr große Anpassungsfähigkeit an verschiedene Bedingungen. Die morphologischen Veränderungen sind so bedeutend, daß es begreiflich erscheinen würde, wenn man von einem Polymorphismus spräche. Es ist jedoch gerade durch eine so große Versuchsreihe die Bestätigung der Zusammengehörigkeit durch die Übergänge gegeben, welche unter bestimmten Bedingungen auftreten. Es soll hier nicht der Wert festgestellt werden, den ähnliche Untersuchungen wie die vorliegende für die Frage der Artbildung, Anpassung und ähnliche Fragen besitzen. Es liegen noch zu wenig Untersuchungen vor, um ein mit Beweisen zu belegendes Urteil abgeben zu können. Die meisten Schlüsse, welche aus ungenügendem Material gezogen werden, sind doch nur Ballast für die Erkenntnis, und diesen zu vermehren, soll vermieden werden. Es sind daher nur die Tatsachen aus den Versuchen mit den sich daraus direkt ergebenden Schlüssen festgelegt worden.

Wenn wir die auf den drei Tafeln gezeichneten Kulturresultate vergleichen, ersehen wir, daß wir Formen darunter finden, welche chroococcusartig, solche, welche gloeocapsaartig sind, daß ferner die Schizophyceenähnlichkeit unter bestimmten äußeren Verhältnissen fast ganz schwindet und dagegen Formen erscheinen, welche Pilzen aus der von Ludwig benannten Gruppe der Caenomyceten gleichen. Immer aber gelingt es, bei Eintritt von Bedingungen, welche für *Gloeothece rupestris* normale sind, wieder normale Formen zu ziehen.

Wie weit für andere Formen die hier gewonnenen Resultate Gültigkeit haben, müssen weitere Untersuchungen lehren. Jedenfalls wäre es für die Frage nach der Zusammengehörigkeit mancher Formen sehr erwünscht, wenn recht zahlreiche Untersuchungen gemacht würden.

15. Resultate der Versuche.

Die Versuche ergeben mit Sicherheit, daß die beiden Varietäten von *Gloeothece rupestris* durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden. Die var. *cavernarum* ist durch die

Standortsverhältnisse (grottenähnliche, schwach erleuchtete Orte) in Verbindung mit saprophytischer Lebensweise hervorgerufen. Eine ganze Reihe von Versuchen mit organischer Nährflüssigkeit ergab ganz ähnliche Formen. Die var. *tepidariorum*, welche in Warmhäusern vorkommt, wurde durch Kultur bei höherer Temperatur erzielt. Es ist sowohl bei der frei lebenden als bei der künstlich erhaltenen Form die Vergrößerungstendenz bei Kultur in höherer Temperatur deutlich ausgesprochen.

Gloeothece rupestris wächst sowohl mit anorganischer als auch organischer Ernährung. Die Fähigkeit, im Dunkeln zu ergrünen, ist sowohl bei organischer als anorganischer Nahrung vorhanden.

Die komplette Molisch-Nährlösung ist gut verwertbar.

Kaliummangel wird am schwersten empfunden.

Der Eisenzusatz ergibt (auf Gips) lebhafter grüne Färbung.

Nitrate und Phosphate geben im Dunkel bessere Resultate als im Licht.

Auch die organischen Verbindungen, welche verwendet wurden, geben im Dunkel die besseren Resultate, mit Ausnahme des salpetersauren Harnstoffes.

Dextrose ist besser als Saccharose verwertbar.

Das Licht begünstigt im allgemeinen die Kulturen in anorganischen Nährflüssigkeiten gegenüber denjenigen in organischen (und in Nitraten und Phosphaten).

Die Größe der Zellen ist in 16 Versuchen im Licht, nur bei 6 Versuchen im Dunkel größer (Rest: gleiche Größe).

In 20 Fällen ist die Hüllgallerte oder Hüllmembran im Licht stärker entwickelt, in keinem Falle im Dunkel (23 gleich).

Die Wärme verursacht eine Verkleinerung der Familien bei Vergrößerung der Zellen. Gleichzeitig tritt eine Verstärkung und Verdunklung des Farbentones des Zellinhaltes ein.

Das feste Substrat (Gips) ist wachstumsfördernd. Die Kultur in Nährlösung begünstigt im allgemeinen die »Auflösung« der Verbände. Die Farbe des Zellinhaltes wird durch die Ernährung und durch das Licht beeinflußt.

Literatur.

Adjaroff Minko, Recherches expérimentales sur la physiologie de quelques Algues vertes. Inst. Bot. Univ. Genève, 6. sér., VII, 1905, 104 pp.

Artari A., Untersuchungen über die Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen. Bull. Soc. imp. natur. Moscou. 1892.

— Über die Entwicklung der grünen Algen unter Ausschluß der Bedingungen der Kohlensäureassimilation. Bull. Soc. imp. natur. Moscou. 1899, p. 39 bis 47.

— Zur Ernährungsphysiologie der grünen Algen. B. D. B. G., 1901, *19*, p. 7 bis 9.

— Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grüner Algen. B. D. B. G., 1902, *20*, p. 172 bis 175.

— Über die Bildung des Chlorophylls durch grüne Algen. B. D. B. G., 1902, *20*, p. 201 bis 207.

— Zur Frage über die Wirkung des Mediums auf die Form und Entwicklung der Algen. (Russisch.) Zeitschr. der kaiserl. Moskauer Polytechn. Schule. Moskau 1903, 93 pp., 9 Photogr. (Ref. Bot. C. *95*, p. 476).

— Der Einfluß der Konzentrationen der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. I. Jahrb. wiss. Bot., *40*, 1904, p. 593 bis 613. 2 Fig.

Beijerinck M. W., Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. Bot. Ztg., 1890, 48. Bd., p. 725.

— Cultures sur gélatines d'algues vertes unicellulaires. Arch. néerl. sc. exact. et nat., 1891, *24*, p. 278 bis 294.

— Bericht über meine Kulturen niederer Algen auf Nährgelatine. Zentralbl. f. Bakt. und Paras., 1893, *13*, p. 368 bis 373.

— Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. Zentralbl. f. Bakt. und Paras., Abt. II, 1898, p. 785 bis 787.

— Über oligonitrophile Mikroben. Zentralbl. f. Bakt., II, VII, 1901, p. 562.

Beijerinck M. W., *Chlorella variegata*, ein bunter Mikrobe. Rec. trav. bot. néerl., I, 1904, p. 14 bis 28.

Benecke W., Über Kulturbedingungen einiger Algen. Bot. Ztg., 1898, *56*, I, p. 83 bis 96.

Bineau in:
Mém. Acad. science Lyon, III, p. 853.

Bittner Karolina, Über Chlorophyllbildung im Finstern bei Kryptogamen. Österr. bot. Zeitschr., 1905, *55*, p. 302 bis 312.

Bokorny Th., Über den Einfluß des Calciums und Magnesiums auf die Ausbildung der Zellorgane. Bot. Zentralbl., 1895, *62*. p. 1 bis 4.

— Einige Versuche über die Stickstoffernährung grüner Pflanzen. Chemikerzeitg., 1896, p. 53.

— Vergleichende Studien über die Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., 1896, *64*, p. 262 bis 305.

— Über die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. Biol. Zentralbl., 1897, *17*, p. 1 bis 20, 33 bis 48.

— Die Grenze der wirksamen Verdünnung bei Algen und Pilzen. Biol. Zentralbl., 1897, *17*, p. 417 bis 426.

Bouilhac R., Influence de l'acide arsénique sur la végétation des algues. C. r. Paris, 1894.

— Sur la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des algues et des bactéries. C. r. Paris, 1896, *123*, p. 828 bis 830.

— Sur la culture du Nostoc punctiforme en présence du glucose. C. r. Paris, 1897, *125*, p. 880 bis 882.

— Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue. C. r. Paris, 1898, *128*, p. 1583 bis 1586.

— Recherches sur la végétation de quelques algues d'eau douce. Thèse, Paris 1898. (Ref. Bot. Zentralbl., *84*, p. 116.)

— Influence du méthylal sur la végétation de quelques algues d'eau douce. C. r. Paris, 1901, *133*, p. 751 bis 753.

Bouilhac R., Sur la végétation du Nostoc pruniforme en présence de differents hydrates de carbone. C. r. Paris, 1901, *133*, p. 55 bis 57.

— Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques algues d'eau douce. C. r. Paris, 1902, *135*, p. 1369 bis 1371.

— et Giustiniani, Sur une culture de sarrasin en présence d'une mélange d'algues et de bactéries. C. r. Paris, 1903, *137*, p. 1274 bis 1276.

— — Sur des cultures de diverses plantes supérieures en présence d'une mélange d'algues et de bactéries. C. r. Paris, 1904, *138*, p. 293 bis 296.

Cavara F., Resistenza fisiologica del Microcoleus chtonoplastes Thur. a soluzioni anisotoniche. N. G. B. It., 1902, *9*, p. 59 bis 80, t. II.

Charpentier P. G., Sur l'assimilation du carbone par une algue verte. C. r. Paris, 1902, *134*, p. 671 bis 673.

— Alimentation azotée d'une algue, le »Cystococcus humicola«. Ann. Institut Pasteur, 1903, *17*, p. 321 bis 334.

— Recherches sur la physiologie d'une algue verte. Ann. Institut Pasteur, 1903, *17*, p. 369 bis 420.

Chick H., A study of a unicellular green alga, occuring in polluted water, wich especial reference to its nitrogenous metabolism. Proc. R. Soc. London, 1903, *71*, p. 458 bis 476, Pl. 8.

Chodat R., On the polymorphism of the green algae. Ann. of Bot. 1897, *11*, p. 97—121.

— et M. Goldflus, Note sur la culture des Cyanophycées et sur le développement d'Oscillatoriées coccogènes. Bull. Herbier Boiss. 1897, V, p. 953 bis 959, pl. 24.

— et J. Grintzesco, Sur les methodes de culture pure des algues vertes. C. r. Congrès internat. bot. de 1900. Lons-le-Saunier, 1900, p. 157 bis 162.

Comère Joseph, De l'influence de la composition chimique du milieu sur la végétation des quelques algues chlorophycées. Bull. Soc. bot. France, 1905, *52*, p. 226 bis 241.

Correns C., Über Dickenwachstum durch Intussusception bei einigen Algenmembranen. Flora, 1889, *47*, p. 289 bis 347, Taf. XV.

Dangeard P. A., L'influence du mode de nutrition dans l'évolution de la plante. Le Botaniste, 6. sér., 1898, p. 1 bis 63.

Etard A. et R. Bouilhac, Sur la présence de la chlorophylle dans un Nostoc cultivé à l'abri de la lumière. C. r. Paris, 1898, *127*, p. 119 bis 121.

Ewart A. J., The action of cold and of sunlight upon aquatic plants. Ann. of Bot., 1898, XII, p. 363 bis 397.

Famintzin A., Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nahe verwandte Organismen. Pringsh. Jahrb., 1867, *6*, p. 1 bis 44.

— Die Wirkung des Lichtes auf *Spirogyra*. Mél. biol. bull. acad. St. Pétersbourg, 1867, *6*, p. 277.

— Die anorganischen Salze als Hilfsmittel zum Studium niederer Organismen. Mél. biol. bull. acad. St. Pétersbourg, 1871, *8*, p. 226 bis 281.

Fischer H., Über Symbiose von *Azotobacter* mit Oscillarien. Zentralbl. f. Bakt. etc., 1904, II, XII, p. 267 bis 268.

Frank A., Über die stickstoffbindenden Algen des Ackerbodens. Tagebl. 61. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte, Köln, 1888, p. 43.

Frank A. B., Über den experimentellen Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbewohnende Algen. B. D. B. G., 1889, *7*, p. 34 bis 42.

Frank B., Die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Pflanzenwelt. Bot. Ztg. 1893, p. 139 bis 156.

Frank Theodor, Kultur und chemische Reizerscheinungen der *Chlamydomonas tingens*. Bot. Ztg., 1904, *62*, I, p. 153 bis 188, Taf. VI.

Gaidukov N., Zur Morphologie und Physiologie der Alge *Porphyridium cruentum* Naeg. Arb. Petersb. Naturf. Ges., 1899, XXX, russisch, p. 173 bis 180; deutsch p. 205 bis 207.

Grintzesco J., Contribution à l'étude des Protococcacées. Chlorella vulgaris Beijerinck. Rev. génér. de bot., 1903, *15*, p. 1 bis 19, 67 bis 82, 17 Fig.

Grintzesco J., Recherches expérimentales sur la morphologie et la physiologie de Scenedesmus acutus Megen. Bull. Herb. Boiss., 2. sér., *2*, p. 217 bis 288, pl. I bis V.

Hansgirg A., Noch einmal über *Bacillus muralis* Tom. und über neue Formen von Grotten-Schizophyten. Bot. Zentralbl., 1889, *37*, p. 33 bis 39.

— Physiologische und phycophytologische Untersuchungen. Prag, 1893.

Hedlund P., Om polymorphismen hos aërobiotiska Klorophyceer. Öfv. Kgl. Vetensk. Akad. Förh. 1899, *56*, p. 509 bis 535. Ref. Bot. Zentralbl., 81. Bd.

Herouard E., Cultures de Chlorella vulgaris. Bull. Soc. Zool. France, 1904, XXIX, p. 110 bis 114.

Jumelle H., Recherches physiologiques sur les lichens. Rev. géner. de Bot., 1892, IV, p. 49.

Klebs G., Über Probleme der Entwicklung. Biol. Zentralbl., 1904, *24* (3. Absch.).

Knörrich F. W., Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. Forschungsber. Plön, 1901, *8*, p. 1 bis 52.

Koch A. und P. Kossowitsch, Über die Assimilation von freiem Stickstoff durch Algen. Bot. Ztg., 1893, *51*, II, p. 321 bis 325.

Kossowitsch P., Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff fixieren. Bot. Ztg., 1894, *52*, I, p. 97 bis 116.

Krüger W., Über einige aus Saftflüssen rein gezüchtete Algen. Zopf's Beitr. z. Morph. und Phys. d. nied. Org., 4. Heft, 1894.

— und W. Schneidewind, Sind niedere, chlorophyllgrüne Algen imstande, den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren und den Boden an Stickstoff zu bereichern? Landwirtsch. Jahrb., 1900, *29*, p. 771 bis 804, Taf. XVIII bis XX.

Lemaire Ad., Recherches microchimiques sur la gaine de quelques Schizophycees. J. de bot., 1901, *15*, p. 125.

Livingstone B. E., On the nature of the stimulus which causes the change of form in polymorphic green Algae. Bot. Gaz., 1900, *30*, p. 289 bis 317, pl. 17 bis 18.

— Further notes on the physiology of polymorphism in green algae. Bot. Gaz. 1901, *32*, p. 292 bis 302.

— Notes on the physiology of Stigeoclonium. Bot. Gaz., 1905, *39*, p. 297 bis 300, 3 Fig.

— Physiological properties of Bog water. Bot. Gaz., 1905, *39*, p. 348 bis 355.

— Chemical stimulation of a green alga. Bull. Torr. Bot. Cl., 1905, *32*, p. 1 bis 34, 17 Fig.

Loew O., Über das Verhalten niederer Pilze gegen verschiedene anorganische Stickstoffverbindungen. Biol. Zentralbl., 1890, *10*, p. 377 bis 391.

— Über die physiologischen Funktionen der Phosphorsäure. Biol. Zentralbl., XI.

— Über die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. Flora, 1892, *75*, p. 368 bis 394.

— und Th. Bokorny, Chemisch-physiologische Studien über Algen. Journ. f. prakt. Chemie, N. F., 1887, *36*, p. 272 bis 291.

Ludwig F., Zur Amphitropie der Algen. Forschungsber. Plön, 1899, *7*, p. 75 bis 77.

Lutz L., Recherches sur la nutrition des Thallophytes à l'aide des amides. Bull. soc. bot. France, 1902, *48*, p. 325 bis 334.

Matruchot L. et M. Molliard, Variations de structure d'une algue verte, Stichococcus bacillaris Naeg., sous l'influence de milieu. C. r. Paris, 1900, *131*, p. 1248 bis 1252.

— — Variations de structure d'une algue verte sous l'influence du milieu nutritif. Rev. génér. bot., 1902, XIV, p. 193 bis 210, 254 bis 268, 316 bis 332, pl. 7 bis 9.

Pampaloni L., Sopra un singulare modo di comportarsi di un algo allorchi venga coltivata in determinate sostanze nutritizie. N. G. bot. ital., 1903, X, p. 602 bis 604.

Pampaloni L., Sul comportamento del Protococcus caldariorum. Mgn. in varie soluzioni minerali ed organiche. Ann. di Bot., 1905, II, p. 231 bis 250, 1 Tav.

Prantl K., Die Assimilation freien Stickstoffs und der Parasitismus von Nostoc. Hedwigia, 1889, *28*, p. 135 bis 136.

Radais, Sur la culture pure d'une algue verte; formation de chlorophylle à l'obscurité. C. r. Paris, 1900, *130*, p. 793 bis 796.

Richter A., Über die Anpassung der Süßwasseralgen an Kochsalzlösungen. Flora, 1892, p. 4 bis 56, Taf. I bis II.

Richter P., Über Anpassungserscheinungen bei Algen. Sitzber. Naturf. Ges. Leipzig, 1890, *15*, *16*, p. 88.

Schloesing Th., fils, et Em. Laurent, Sur la fixation de l'azote libre par les plantes. C. r. Paris, 1892, *115*, p. 732.

Schröder B., Über den Schleim und seine biologische Bedeutung. Biol. Zentralbl., 1903, *23*, p. 457 bis 467.

Treboux O., Zur Stickstoffernährung der grünen Pflanze. B. D. B. G., 1904, *22*, p. 570 bis 572.

— Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen. B. D. B., G. 1905, *23*, p. 432 bis 441.

Ward H. Marshall, Some methods for use in the culture of algae. Ann. of bot., 1899, XIII, p. 563 bis 566, pl. XXVIII.

West G. S., Remarks on Gloeocapsa. Trans. Edinburgh Field and Microsc. Soc. Vol. V, Part II, 1904, p. 130 bis 133, pl. XV.

Wyplel M., Über den Einfluß einiger Chloride, Fluoride und Bromide auf Algen. 25. Jahresber. des n. ö. Landesrealgymn. Waidhofen a. d. Thaya.

Yasuda A., On the accomodation of some Infusoria to the solutions of certain substances in various concentrations (Preliminary note). Bot. Magazine, Tokyo, 1897, XI, p. 19 bis 24.

— Über die Anpassungsfähigkeit einiger Infusorien in konzentrierten Lösungen. Bot. Zentralbl., 1899, Bd. 80, p. 169.

Yatsu Nashidé, Cytological differences between the Palmella and filamentous forms of Stigeoclonium. Torreya, 1905, *5*, p. 100 bis 104, 1 Fig.

Zumstein Hans, Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. wiss. Bot., 1900, *34*, p. 149 bis 198, Taf. VI.

Erklärung der Abbildungen.

Abkürzungen: L. = Lichtkultur,
D. = Dunkelkultur,
F. = Kultur in Nährflüssigkeit,
G. = Kultur auf Gipsplatte,
A. = Agarkultur.

Alle Figuren sind bei der gleichen Vergrößerung gezeichnet: Objektiv VIII, Okular II (Merker).

Tafel I.

Fig. 1. Chlormagnesium, G., D.
» 2. Kalkfrei nach Oehlmann, G., D.
» 3. Molisch+Chlormagnesium, G., D.
» 4. Calciumnitrat, G., D.
» 5. Ammoniumnitrat, F., D.
» 6. Ammoniumbiphosphat, G., D.
» 7. Stickstofffrei, F., L.
» 8. Tyrosin+Saccharose, F., D.
» 9. Molisch bei 25° C., G., L.
» 10. Leitungswasser, F., L.
» 11. Magnesiumfrei, F., D.
» 12. $^1/_2{}^0/_0$ Molisch, G., D.
» 13. Eisenfrei, F., L.
» 14. $^1/_2{}^0/_0$ Molisch, G., L.
» 15. Molisch, A., L.
» 16. Molisch+Chlormagnesium, G., L.
» 17. Saccharose, A., D.
» 18. Schwefelfrei, F., L.
» 19. Molisch+Eisenalaun, G., L.
» 20. Tyrosin, F., L.
» 21. Dextrose, A., D.
» 22. Methylal, F., L.
» 23. Molisch bei 30° C., G., L.
» 24. Chlormagnesium, G., L.
» 25. Molisch+Eisenchlorid, G., L.

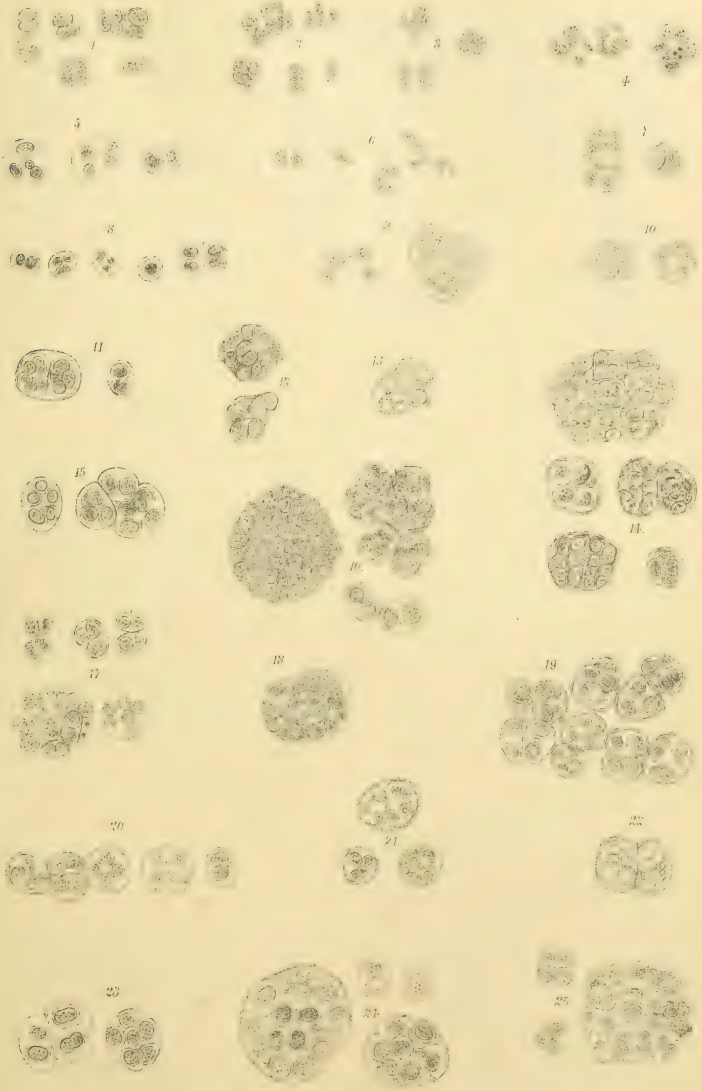
Tafel II.

Fig. 26. Harnstoff, F., L.
» 27. Natriumnitrat, F., D.
» 28. Molisch+Ammoniumnitrat, F., D.
» 29. Kalkfrei nach Oehlmann, G., L.
» 30. Molisch+Eisenalaun, F., D.
» 31. » » F., L.
» 32. Leitungswasser, F., L.
» 33. Magnesiumnitrat, F., L.
» 34. Kalkfrei nach Oehlmann, F., L.
» 35. Calciumnitrat, G., L.
» 36. Dextrose, A., L.
» 37. Asparaginsäure+Saccharose, F., L.
» 38. Ammoniumbiphosphat, G., L.
» 39. Tyrosin+Dextrose, F., D.
» 40. Calciumnitrat, F., L.
» 41. Kalkfrei nach Oehlmann, F., D.
» 42. Calciumnitrat, F., D.
» 43. Chlormagnesium, F., D.
» 44. Molisch+Chlormagnesium, F., D.
» 45. Ammoniumbiphosphat, F., D.
» 46. 1% Molisch, F., D.
» 47. Ammoniumnitrat+Schwefelammonium, A., D.

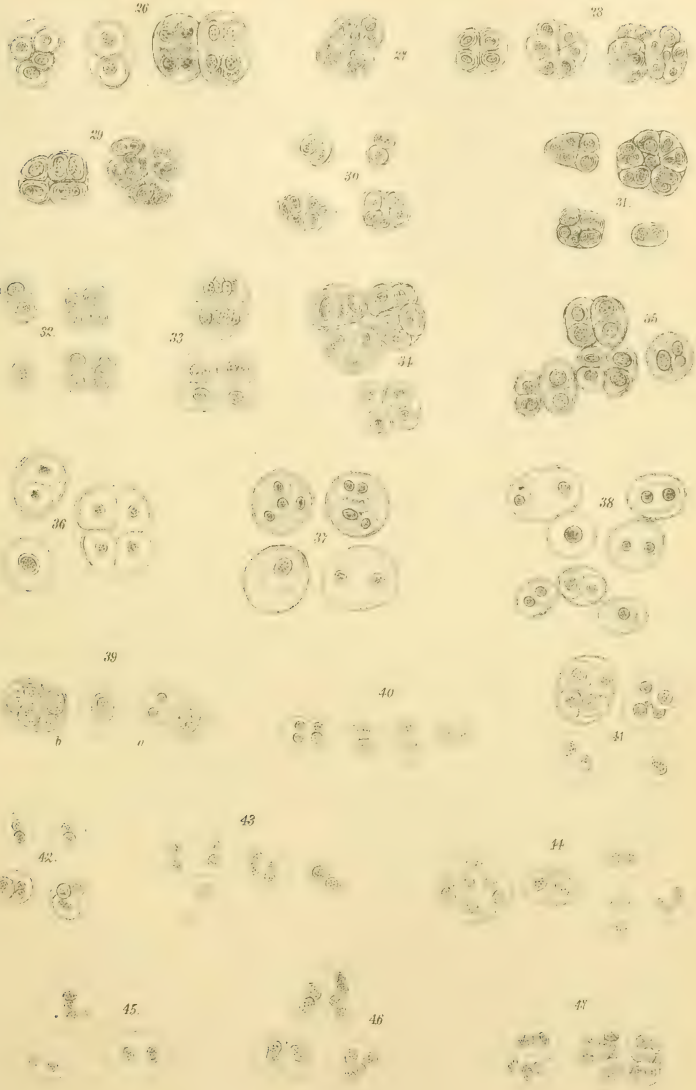
Tafel III.

Fig. 48. Kaliumnitrat, F., L.
» 49. Ammoniumnitrat+Schwefelammonium, A., L.
» 50. Kaliumnitrat, F., D.
» 51. Ammoniummagnesiumphosphat, a = F., D., b = F., L.
» 52. Kaliumfrei, F., L.
» 53. Salpetersaurer Harnstoff, F., L.
» 54. Molisch, Glashauskultur, G., L.
» 55. Molisch+Chlormagnesium, F., L.
» 56. Ammoniumnatriumphosphat, F., D.
» 57. Harnstoff+Dextrose, F., L.
» 58. 1% Molisch, F., L.
» 59. Ammoniumbiphosphat, F., L.
» 60. Asparagin+Dextrose, F., L.
» 61. Magnesiumfrei, F., L.
» 62. Chlormagnesium, F., L.
» 63. Pepton, A., D.

Fig. 64. Ammoniumnitrat, A., D.
» 65. Molisch+Eisenalaun, G., D.
» 66. Molisch+Eisenchlorid, G., D.
» 67. Pepton, A., L.
» 68. Saccharose, A., L.
» 69. Ammoniumnitrat, A., L.

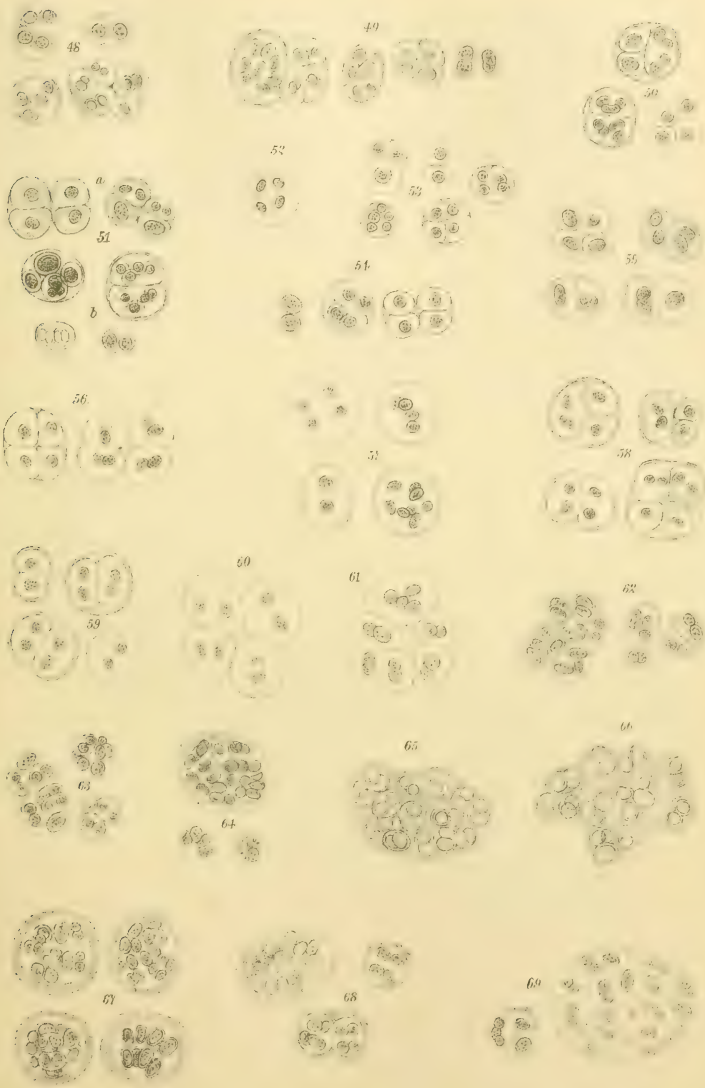


Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Untersuchungen über Längenwachstum und Geotropismus der Fruchtkörperstiele von Coprinus stiriacus

von

Dr. **Fritz Knoll** (Graz).

Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität Graz.

(Mit 17 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. März 1909.)

Vorbemerkungen.

Aug. Pyram. Decandolle[1] hat im Jahre 1832 als der erste die Ansicht ausgesprochen, daß die langstieligen Hymenomycetenfruchtkörper durch die Schwerkraft veranlaßt werden, nach aufwärts zu wachsen. Im Jahre 1863 machte Hofmeister[2] die erste Angabe über den Geotropismus der Hymenophore. An dieser Stelle werden einige von Sachs angestellte Versuche mitgeteilt, durch welche das geotropische Abwärtswachsen der Hymenialpapillen von *Hydnum*, der Röhren von *Boletus* sowie der Lamellen von *Agaricus* festgestellt wird; ferner werden hier die an Lamellenversuchen bei *Amanita muscaria* gewonnenen Anschauungen über die Mechanik der geotropischen Krümmung der Pilzstrünke wiedergegeben. Die in verschiedenen Arbeiten des nun folgenden Zeitabschnittes zerstreuten Angaben[3] über den Geotropismus der Hymenomycetenfruchtkörper enthalten

---

[1] Pflanzenphysiologie (übersetzt von J. Röper), II. Band, p. 573 der Übersetzung.

[2] Über die durch die Schwerkraft bedingten Richtungen von Pflanzenteilen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1863, Bd. 3, p. 93.

[3] Weitere Literaturangaben siehe Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., II. Bd., p. 565.

nichts, was über das bereits Angeführte hinausginge. In der neuesten Zeit studierte Buller[1] gelegentlich eines Massenauftretens von *Lentinus lepideus* die biologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten der Fruchtkörper dieser Spezies, wobei er besonders in bezug auf die geotropische und heliotropische Reizbarkeit der Fruchtkörper in ihren verschiedenen Altersstufen Untersuchungen anstellte. Schließlich hat 1906 W. Magnus[2] einige Beobachtungen und Ansichten über den Geotropismus von *Agaricus campester* mitgeteilt.[3]

Wenn wir nun, gestützt auf die erwähnten Arbeiten, eine Zusammenfassung unserer bisherigen Kenntnisse über den Geotropismus der Hymenomycetenfruchtkörper versuchen, werden wir bald die Wahrnehmung machen, daß wir nur über die auffallendsten Erscheinungen einigermaßen unterrichtet sind, daß hingegen Untersuchungen über die feineren Einzelheiten der geotropischen Vorgänge vollständig fehlen.

Ich wurde seinerzeit durch Herrn Prof. Dr. G. Haberlandt auf diese Lücke in der Literatur aufmerksam gemacht; als sich nun an verschiedenen Stellen des botanischen Gartens zu Graz ohne mein Hinzutun nach kurzen Pausen immer wieder Fruchtkörper von *Coprinus stiriacus*[4] in großer Anzahl zeigten, erkannte ich nach einigen gut gelungenen Vorversuchen, daß die Fruchtkörper dieser Art ein für geotropische Untersuchungen besonders geeignetes Material darstellen. Ich untersuchte zunächst die noch unbekannten Erscheinungen des

---

[1] The Reactions of the Fruit-Bodies of Lentinus lepideus Fr. to External Stimuli. Annals of Botany, Vol. XIX (1905), pag. 427. (Referate darüber siehe Just's Jahresbericht über 1905, 30. Jhrg., III. Abt., p. 126 und Botan. Zeitung, 65. Jahrgang [1907], pag. 65 f.).

[2] Über die Formbildung der Hutpilze. Arch. für Biontologie, Bd. I, p. 105 f., Berlin 1906.

[3] Über den Geotropismus der übrigen Pilze liegen nur sehr wenige Untersuchungen vor. Unsere diesbezüglichen Kenntnisse bestehen meist in gelegentlich gemachten Beobachtungen über einige wenige Arten (besonders der Gattungen *Xylaria*, *Clavieeps* n. a.), während *Mucor* und *Phycomyces* deshalb genauer studiert wurden, weil sie sich als ausgezeichnetes Material für physiologische Experimente bewährt hatten.

[4] Eine neue Art der Gattung; die Beschreibung erfolgte in der Aprilnummer 1909 der Österr. bot. Zeitschrift.

normalen Längenwachstums, um, gestützt auf diese unerläßlichen Vorkenntnisse, die geotropischen Erscheinungen mit Erfolg studieren zu können. Für die Anregung zu diesen Untersuchungen, sowie für die vielseitige Förderung meiner Arbeit sei an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. G. Haberlandt der wärmste Dank ausgesprochen.

I. Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele.

1. Die Verteilung der Wachstumsintensitäten am Fruchtkörperstiele.

Bevor ich auf die Darlegung meiner Untersuchungen über das Längenwachstum eingehe, sei betont, daß es sich im Folgenden nicht etwa um eine Darstellung handelt, welche eine vollständige Anführung der das Längenwachstum betreffenden Tatsachen anstrebt; es sollen, dem Zwecke der vorliegenden Arbeit entsprechend, hauptsächlich jene Eigentümlichkeiten des Längenwachstums erörtert werden, welche für das Verständnis der an den *Coprinus*-Strünken zu beobachtenden geotropischen Wachstumsvorgänge unerläßlich sind.

Ich beginne mit der Darstellung der Wachstumsverteilung an dem Strunke eines im Stadium der Sporenreife befindlichen Fruchtkörpers. Zur Ermittlung der diesbezüglichen Tatsachen wurden die Stiele in der üblichen Weise mit Marken aus dick angeriebener Tusche versehen und die in einem bestimmten Zeitraum erfolgenden Zuwächse der einzelnen Querzonen mit dem Horizontalmikroskop (Reichert, Obj. 1 *a*, Mikrometerokular 2) bei aufrechter Stielstellung gemessen. Da hierbei bestimmte deutlich hervortretende Punkte der Tuschemarken als Ablesungspunkte bei der mikroskopischen Messung benützt werden müssen, konnte ich naturgemäß schon bei der ersten Messung nur annähernd gleiche Zahlen für die Größe der Markenintervalle erhalten; deshalb war es nötig, die bei der zweiten Messung (bei Benützung derselben Ablesungspunkte) erhaltenen absoluten Zuwächse in Prozenten der anfänglichen Zonenlänge auszudrücken. Zunächst ein Versuchsbeispiel.

Versuchsobjekt: Fruchtkörper im Stadium der Sporenaussaat, zirka 68 *mm* lang, Hut glockig, licht braungrau, mittlere Stieldicke 1 *mm*.

(NB. Die Zonen sind in der Reihenfolge Spitze—Stielbasis mit römischen Ziffern bezeichnet. Die Zehntel der Teilstriche sind schätzungsweise bestimmt worden.)

Zone	Gemessene Länge um		Zuwachs in 2 Stunden	
	$1^h\ 40^m$ Nm.	$3^h\ 40^m$ Nm.	absolut	relativ
	in Teilstrichen des Okularmikrometers (zu 0·046 *mm*)			Prozent
I	23·0	23·0	0·0	**0·0**
II	27·0	28·2	1·2	**4·4**
III	19·7	24·0	4·3	**21·8**
IV	23·0	28·5	5·5	**23·9**
V	23·2	28·7	5·5	**23·7**
VI	24·0	26·5	2·5	**10·4**
VII	20·7	22·0	1·3	**6·3**
VIII	22·3	22·5	0·2	**0·9**
IX	25·0	25·0	0·0	**0·0**
X	25·0	25·0	0·0	**0·0**
XI	20·2	20·2	0·0	**0·0**
XII	24·0	24·0	0·0	**0·0**
XIII	23·0	23·0	0·0	**0·0**
(XIV)	zirka 1190	zirka 1190	0·0	**0·0**

Aus der Tabelle geht zunächst hervor, daß das Längenwachstum auf das obere Stielende beschränkt ist. Die Tabelle zeigt zugleich, daß das Längenwachstum interkalar erfolgt und daß die Zone des stärksten Längenwachstums beiläufig in die Mitte der wachsenden Region zu liegen kommt. Die Länge der wachsenden Region beträgt in diesem Falle ein Siebentel der gesamten Stiellänge. Ich habe eine größere Anzahl solcher Messungsversuche ausgeführt und dabei gefunden, daß die Länge der Wachstumszone im Verhältnis zur Gesamtlänge des Stiels immer kürzer wird, je weiter die Fruchtkörperentwicklung fortschreitet. So betrug bei einem jüngeren Fruchtkörper (Hut lichtgelb, eiförmig, Stiellänge 18·5 *mm*) die Länge

der wachsenden Region zwei Drittel der Stiellänge, bei einem etwas älteren Fruchtkörper (Stadium vor der Sporenreife, Hut eiförmig, lichtgrau, Stiellänge 16 *mm*) die Hälfte der Stiellänge. Dabei konnte ich konstatieren, daß vom Stadium der Sporenaussaat an auch die absolute Länge der Wachstumszone abnimmt. Letzteres konnte ich an einem und demselben Exemplar schon nach einem Zeitraum von 5 Stunden durch mikroskopische Messungen an dem markierten Stiele mit Sicherheit nachweisen.

2. Das Längenwachstum der Hyphenelemente der Stielrinde.

Ich untersuchte zuerst einen ganz jungen, 1·5 *mm* langen Fruchtkörper, der schon von außen leicht Hut und Stiel unterscheiden ließ. Man sah diese beiden Hauptteile am Längsschnitt scharf getrennt und auch das Lamellengewebe bereits deutlich differenziert (Fig. 1). Der Schnitt durch den Strunk des jungen Fruchtkörpers zeigt auch in diesem Stadium schon eine Rindenpartie (*Rh* der Fig. 1) und eine Markpartie (*Mh* der Figur). Erstere besteht aus Hyphen, deren tonnenförmige Zellen im unteren Teile des Stiels etwa 0·03 *mm* lang und 0·015 *mm* dick sind. Der zentrale Teil des Fruchtkörperstiels wird von einer lockeren, längsverlaufenden Hyphenmasse (Markhyphen) erfüllt. Durch das Auseinanderweichen der Markhyphen entsteht später ein zentral gelegener Hohlraum, der am besten mit dem Namen »Markraum« bezeichnet wird.[1] Die einzelnen Zellen der Rindenhyphen stehen durch verhältnismäßig schmale Querwände miteinander in Verbindung; zahlreiche Intercellularen von oft bedeutender Größe scheiden die einzelnen Hyphenzüge der Länge nach

Fig. 1.
Längsschnitt durch einen jungen (1·5 *mm* langen) Fruchtkörper von *Coprinus stiriacus*.

[1] Brefeld, l. c., p. 41; Taf. IV, Fig. 42.

voneinander. An den Zellen der basalen Strunkpartie (Fig. 2 *b*) bemerkt man keine Zellteilung, wohl aber in der apicalen. Hier sind die Zellen etwas schmäler und kürzer als in der Basalzone und weisen vielfach je eine dünne Teilungswand auf (Fig. 2 *a*). Man hat es hier mit der Meristemzone[1] des jungen Fruchtkörpers zu tun. Sie erstreckt sich auf die obere Stielhälfte und wird, wie das basale Rindenstück, von längsverlaufenden Intercellularen durchzogen. Alle Zellen der Rindenpartie des eben geschilderten Fruchtkörpers enthalten einen dicken Protoplasmakörper mit großen und kleinen Vacuolen. In den der

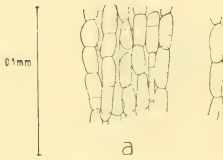


Fig. 2.

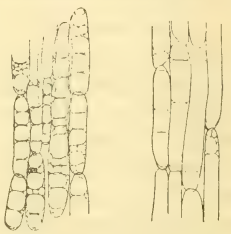


Fig. 3.

Beschaffenheit der Rindenhyphen verschieden alter Fruchtkörperstiele. *a* obere, *b* untere Stielpartie.

Fig. 2 zugrunde liegenden Schnitten wurde der plasmatische Inhalt der Zellen mit Eau de Javelle entfernt, um die dünnen Teilungswände mit Sicherheit nachweisen zu können; in dieser Figur wurde deshalb der Deutlichkeit wegen der lebende Inhalt nicht eingezeichnet. Es läßt sich nun an verschieden alten Fruchtkörpern zeigen, daß von dem zuerst untersuchten Altersstadium an keinerlei Zellteilungen mehr in der Rindenpartie des Stiels erfolgen und daß das ganze Längen- und Dickenwachstum nur durch fortschreitende Vergrößerung des Volumens der einzelnen Hyphenglieder erfolgt.

Das Wachstum der Hyphenelemente des Stiels soll noch an zwei Beispielen weiter verfolgt werden. Fig. 3 zeigt je einen

[1] Über die diesbezüglichen Verhältnisse bei *Coprinus stercorarius* siehe Brefeld, l. c., p. 40.

Schnitt aus der oberen und unteren Strunkpartie im lebenden Zustande. Diese Schnitte wurden einem jungen Fruchtkörper von 4 *mm* Gesamtlänge entnommen; der Hut war 1·3 *mm* breit, der Stiel zirka 1 *mm* dick. Während in Fig. 2 die Zellen der unteren und oberen Stielregion noch fast gleich lang waren, ist der Längenunterschied in diesem Falle schon viel bedeutender. Wie man sich an entsprechend behandelten Schnitten überzeugen kann, finden weder in der oberen noch in der unteren Region des Stiels Zellteilungen statt. Die Zellen der oberen Region enthalten einen dicken, vacuolenreichen Protoplasten (Fig. 3 *a*), während die Zellen der Basalregion (Fig. 3 *b*) im Verhältnis zu ersteren viel weniger Protoplasma aufweisen. Vergleicht man nun die Länge der Teilhälften in den Zellen der meristematischen Zone bei Fig. 2 *a* mit der Länge der Zellen aus der Zone des stärksten Wachstums bei Fig. 3 *a*, so findet man, daß die letzteren etwa im gleichen Verhältnis länger (nicht aber dicker!) geworden sind, wie die Gesamtlänge der beiden Fruchtkörperstadien. Es ist demnach hier jene Art des Längenwachstums vorhanden, bei welcher die Längenzunahme des betreffenden Organs durch bloße Streckung der Längswände ohne Einschaltung von Teilungswänden erfolgt. Schließlich untersuchte ich noch Fruchtkörper aus der Zeit der Sporenaussaat (in dem in Fig. 4 gezeichneten Falle 35 *mm* lang, Hutfarbe lichtgrau). Dabei fand ich, daß die Zellen des Stiels schon so lang geworden waren, daß bei der zur Anfertigung der Zeichnung benützten Vergrößerung (Reichert, Objektiv 9, Okular 2) keine Zelle mehr in ihrer ganzen Länge im mikroskopischen Gesichtsfeld verfolgt werden konnte. Die Länge der einzelnen Hyphenglieder kann über 2 *mm* betragen, was sich aus der zum Zustandekommen eines 35 *mm* langen Fruchtkörpers nötigen Streckung ohne weiteres ergibt.[1] Auch in diesem Altersstadium zeichnet sich die apicale Region des Fruchtkörperstiels durch einen größeren Plasmareichtum aus (Fig. 4 *a*), während man in den unteren Teilen des Stiels nur hie und da Vacuolenwände und nur selten einen deutlichen

[1] Vgl. De Bary, Morphologie und Biologie der Pilze, p. 58 unten und 59 oben.

plasmatischen Wandbelag wahrnehmen kann (Fig. 4 *b*). Die bereits in den ersten Stadien der Fruchtkörperentwicklung vorhandenen Intercellularräume (Fig. 2) bleiben bei der fortdauernden Streckung der Rindenhyphen erhalten, wenngleich sie bei ausgewachsenen Strünken nicht immer gut sichtbar sind; da sich jedoch in den Intercellularräumen stets Krystalle von Kalkoxalat befinden, lassen sich die an Zwischenräume

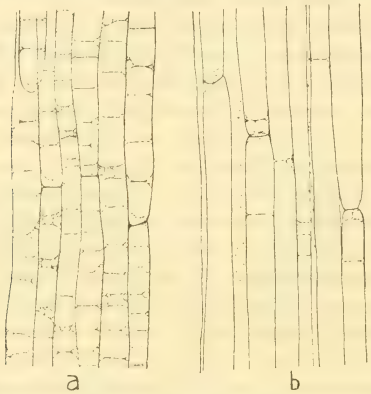


Fig. 4.
Beschaffenheit der Rindenhyphen verschieden alter Fruchtkörperstiele.
a obere, *b* untere Stielpartie.

grenzenden Wände oft leicht an ihrer von Krystallen herrührenden Punktierung (Fig. 4 *b*) erkennen.

3. Die Mechanik des Längenwachstums.

a) Die Turgorverhältnisse der wachsenden Region des Fruchtkörperstiels.

Da die Hyphenlängswände turgeszenter Fruchtkörperstiele außerordentlich stark elastisch gedehnt (gespannt) sind, mußte der Turgordruck in der Weise ermittelt werden, daß jene Konzentration einer Salpeterlösung ausfindig gemacht wurde, bei deren Anwendung sich eben eine Verkürzung der anfänglichen Länge des untersuchten Gewebestreifens bemerkbar macht.

Um die Größe des Turgordruckes nach obiger Methode zu ermitteln, stellte ich aus der mittleren Rindenpartie der Fruchtkörperstiele dünne Gewebelamellen her, schnitt sie an beiden Enden mit einem scharfen Skalpell quer ab und brachte sie auf einen großen Objektträger. Vor dem Auflegen des Deckglases wurden, um ein Quetschen der Gewebe zu verhindern, zu beiden Seiten des zu untersuchenden Stückes hinreichend dicke Papierstreifen als Zwischenlage angebracht. Nun wurde auf einer Seite des Deckglases eine KNO_3-Lösung von 0·5% Salzgehalt[1] mit einer dünnen Pipette zugesetzt, wobei diese Lösung immer mehrmals (auf der anderen Seite des Deckglases) mit Filterpapier abgesogen und durch frische von derselben Konzentration ersetzt wurde. Nach der Durchführung dieser Manipulation erfolgte die mikrometrische Messung (Reichert, Objektiv 1 *a* und Mikrometerokular 2; 1 *mm* = 22 Teilstriche). Nach dieser ersten Messung wurden auf dieselbe Weise immer stärker konzentrierte Salpeterlösungen angewendet, wobei die Lösungen den zu prüfenden Gewebestreifen immer mehrmals frisch zugesetzt wurden, bis keine fortschreitende Verkürzung der Gewebelamelle mehr zu beobachten war. Aus den zahlreichen, zur Bestimmung des Turgordruckes ausgeführten Versuchen seien im folgenden vier Beispiele wiedergegeben.

Versuchsmaterial: Innere Rindenhyphen der Stiele von Fruchtkörpern im Stadium kurz vor der Sporenaussaat oder am Beginn derselben.

1.		2.	
KNO_3-Lösung in Prozenten	Länge in Teilstrichen des Okularmikrometers	KNO_3-Lösung in Prozenten	Länge in Teilstrichen des Okularmikrometers
0·5	70	0·5	62·5
0·6	70	0·6	62·5
0·7	69·7	0·7	62
0·8	69		

[1] Es wurde durch Vorversuche ermittelt, daß in Lösungen von weniger als 0·5% Salzgehalt niemals eine Verkürzung der untersuchten Gewebestreifen eintrat; deshalb wurde bei allen Versuchen mit dieser Konzentration begonnen.

3.		4.	
KNO_3-Lösung in Prozenten	Teilstriche	KNO_3-Lösung in Prozenten	Teilstriche
0·5	84	0·5	79
0·6	84	0·6	79
0·7	83	0·7	79
		0·8	78·7
		0·9	78

NB. Die Zehntelteilstriche wurden schätzungsweise bestimmt.

Für die von mir untersuchten Gewebestreifen ergab sich, entsprechend den KNO_3-Lösungen von 0·6 bis 0·8%, ein osmotischer Druck von 2·1 bis 2·8 Atmosphären.

Da bei den geschilderten Entspannungsversuchen das erste Zurückgehen der Zellwanddehnung nur sehr gering ist, ist es für die sichere Beobachtung desselben notwendig, die Enden der Streifen möglichst gerade und ohne Vorsprünge u. dgl. abzuschneiden und die Lamellen hinreichend dünn herzustellen; bei genauer Einhaltung aller Vorsichtsmaßregeln sind die Fehlerquellen der von mir angewendeten Methode nicht zahlreicher als bei der plasmolytischen Methode der Turgordruckbestimmung.

In biologischer Hinsicht reicht der oben angegebene, relativ geringe Turgordruck (infolge der außerordentlich großen Dehnbarkeit der Hyphenlängswände) und die in den Fruchtkörperstielen vorhandene Gewebespannung vollständig hin, um die für den Strunk erforderliche Säulen- und Biegungsfestigkeit, beziehungsweise Schwingungsfestigkeit[1] herzustellen.

Nachweisbare Turgorverschiedenheiten zwischen den einzelnen Gewebepartien der Stielrinde sind nicht vorhanden. Lamellen aus der äußeren und inneren Rindenpartie zeigten bei derselben Konzentration der Salpeterlösung das erste Zurückgehen der Zellwanddehnung, wie aus der später (p. 589) wiedergegebenen Tabelle ersichtlich ist. Dasselbe gilt auch für die

[1] Dieser bisher in der Botanik noch nicht gebrauchte Begriff ist in Föppl, Vorlesg. über techn. Mechanik, III (Festigkeitslehre), 3. Aufl., p. 61, erläutert.

gleichgelagerten Hyphen der basalen und der apicalen Stielregion.

Da die Plasmolyse erst dann eintreten kann, wenn das Zurückgehen der elastischen Dehnung der Zellwand aufgehört hat, so wird das Abheben des Plasmaschlauches in jenen Zellen zuerst beginnen, wo — gleichen Turgordruck vorausgesetzt — die Dehnbarkeit der Zellmembran geringer ist. Vollkommen entsprechend den im nächsten Abschnitt erläuterten Elastizitätsverschiedenheiten der Stielhyphen ließen sich auch Unterschiede im Eintreten der Plasmolyse nachweisen. Bei den weniger dehnbaren, peripher gelagerten Rindenhyphen trat die Plasmolyse immer zuerst ein (bei einem Salzgehalt der Lösung von 1·6 bis 1·8%). Infolge der stärker dehnbaren Membranen dauert bei den inneren Rindenhyphen die Verkürzung der Zellen bei der osmotischen Entspannung viel länger an; dementsprechend trat auch das Abheben des Protoplasten von der Zellwand viel später ein als bei den peripher gelagerten Hyphen; bei einer Konzentration von zirka 2 bis 2·5% zeigte sich in den meisten Hyphen der inneren Rindenschicht der Beginn der Plasmolyse. Diese Erscheinungen konnte man an einem und demselben Längsschnitt beobachten, sofern er nur Hyphen der äußeren und inneren Stielrinde enthielt.

b) Dehnbarkeit und Festigkeit der Hyphenlängswände des Fruchtkörperstiels. Die Gewebespannung.

Die Längswände der Hyphen sind, wie erwähnt wurde, bei normaler Turgeszenz sehr stark gedehnt. Um die Größe dieser Dehnung zu ermitteln, genügen für gröbere Untersuchungen makroskopisch durchgeführte Messungen; für feinere Messungen muß jedoch das Mikroskop zu Hilfe genommen werden. Die den Fruchtkörpern entnommenen Gewebe werden rasch (in Wasser oder in einer KNO_3-Lösung von höchstens 0·5% Salzgehalt[1]) gemessen und hierauf die Plasmolysierung in einer Salpeterlösung von etwa 5% Salzgehalt durchgeführt und abermals eine genaue Messung vorgenommen. Ich

[1] Siehe Anmerkung auf p. 583.

will die Länge des plasmolysierten Streifens mit l bezeichnen, die bei der osmotischen Entspannung eingetretene Verkürzung mit λ. Aus diesen beiden Größen ergibt sich dann die Dehnung[1] als $\varepsilon = \frac{\lambda}{l}$. Zunächst einige Messungsergebnisse.

Ich wählte unter einer Anzahl größerer Fruchtkörper ein Exemplar aus, dessen Stiel eine Länge von 50 *mm* besaß. Dieser Fruchtkörper war bereits ausgewachsen, die Sporen waren fast vollkommen verstreut und der Hut begann schon vom Rande her ein wenig zu schrumpfen. Der Stiel wurde mit einem scharfen Skalpell sorgfältig in fünf Teile von genau 10 *mm* Länge zerschnitten.[2] Hierauf wurden letztere so lange in einer zehnprozentigen Lösung von KNO_3 belassen, bis keine Verkürzung mehr eintrat. Die ursprünglich 10 *mm* langen Teilstücke bezeichne ich mit I bis V; dabei ist I das oberste, V das unterste. Nach der Plasmolysierung ergab die Messung:

	I	II	III	IV	V
$l =$	8	$8^1/_2$	$8^2/_3$	$9^1/_4$	$9^2/_3$ *mm*
($\lambda =$	2	$1^1/_2$	$1^1/_3$	$^3/_4$	$^1/_3$ *mm*).

Die stärkste Verkürzung trat demnach bei I ein, die geringste bei V. Bei einem anderen (jüngeren) Fruchtkörperstiel — der Hut befand sich gerade im Stadium der besten Sporenaussaat — von nicht ganz 4 *cm* Länge wurden die beiden obersten, 10 *mm* langen Stücke (I, II) sowie das unmittelbar über der Basis gelegene, gleichlange Stück (III) bezüglich der bei der Plasmolyse eintretenden Verkürzung gemessen. I verkürzte sich um $2^1/_2$ *mm*, II um 2 *mm* und III um $^3/_4$ *mm*. Während sich in dem früher gebrachten Beispiel die oberste Stielregion um 20% der ursprünglichen Länge verkürzte ($\varepsilon = 25\%$), betrug die Verkürzung bei dem jüngeren Exemplar in derselben Region 25% ($\varepsilon = 33\%$). Bei noch jüngeren

[1] Vgl. darüber Bach, Elastizität und Festigkeit, 4. Aufl. (1902), p. 3.

[2] Ich habe das Zerschneiden dem Markieren der Stiele vorgezogen, da hierbei ein leichteres und gleichmäßigeres Eindringen der plasmolysierenden Lösung in die einzelnen Stielteile erfolgen kann.

Fruchtkörpern, deren Hüte lichtgelb und annähernd eiförmig sind, ist die Verkürzung noch stärker. So zeigte ein junger Fruchtkörperstiel von 12 *mm* Länge (Hut gelblichweiß, eiförmig) in der obersten 10 *mm* langen Stielpartie eine Verkürzung um 30% ($\varepsilon = 42\%$), ein anderer in der obersten, 5 *mm* langen Partie eine Verkürzung um 40% der ursprünglichen Länge ($\varepsilon = 66\%$). Ähnliche, aber geringere Unterschiede zwischen alten und jungen Exemplaren ergaben sich auch in der Verkürzung der unteren Stielpartien. Aus den hier angeführten Versuchen und einer größeren Anzahl gleichartiger Versuche mit ähnlichen Resultaten ergab sich also ein Unterschied bezüglich der elastischen Dehnung zwischen der unteren und der oberen Stielregion einerseits und zwischen alten und jungen Fruchtkörperstielen (in derselben Region) andrerseits. Die elastische Dehnung der Hyphenlängswände erreicht im oberen Teile des Fruchtkörperstiels das höchste Ausmaß und nimmt kontinuierlich gegen die Stielbasis zu ab. Je älter also das Hyphengewebe ist, je mehr es sich dem Zustande des Dauergewebes nähert, desto geringer ist die elastische Dehnung der Hyphenlängswände. Die am stärksten gedehnte Stielregion ist die Zone des stärksten Wachstums.

Da ich in den verschiedenen Teilen des Fruchtkörperstiels keine Verschiedenheiten hinsichtlich des in den Zellen vorhandenen osmotischen Druckes nachweisen konnte, so müssen bei gleicher Wandstärke die in der Längsrichtung des Stiels gefundenen Dehnungsverschiedenheiten mit der verschiedenen Dehnbarkeit der Zellwände in den einzelnen Querzonen in Zusammenhang gebracht werden.

Auch in radialer Richtung konnte ich an den Fruchtkörperstielen deutliche Unterschiede in der Turgordehnung der Hyphenlängswände feststellen. Der Nachweis dieser Unterschiede geschah auf folgende Weise: Mit einem scharfen Skalpell wurde durch einen die Markhöhle gerade tangierenden Längsschnitt vom Fruchtkörperstiel ein (im Querschnitt plankonvexes) Zylindersegment abgeschnitten. Dieses Segment wurde dann mit der ebenen (Längsschnitt-) Fläche auf eine

Glasplatte gelegt und von ihm mit dem Skalpell durch zwei lange, gerade Schnitte die scharfen Längskanten abgetrennt. Das dadurch erhaltene Gewebestück besaß nun die Gestalt eines langen, im Querschnitt rechteckigen Stäbchens. Dieses Stäbchen wurde hierauf durch einen parallel zur ursprünglichen Längsschnittfläche geführten Schnitt in zwei möglichst gleichdicke Lamellen gespalten. Beide Lamellen wurden dann nebeneinander unter ein (entsprechend der Dicke der Schnitte) durch vier Wachsfüßchen oder durch Papierstreifen unterstütztes Deckglas gegeben; die Lösungen wurden auf einer Seite des Deckglases mit einer Pipette zugeführt und auf der gegenüberliegenden Seite (wie bei den Versuchen auf p. 583) wieder mittels Filterpapier abgesogen, wobei ein mehrmaliger Wechsel der unter dem Deckglas befindlichen Salpeterlösung vorgenommen wurde, um Ungleichheiten der Konzentration in der Nähe der Schnitte zu verhindern.

Aus der folgenden Tabelle geht zunächst hervor, daß die inneren und die äußeren Rindenhyphen der apicalen Zone keine Turgorverschiedenheiten aufweisen: Die Verkürzung begann bei derselben Konzentration der Salpeterlösung gleichzeitig an dem äußeren und an dem inneren Gewebestreifen des Versuchsexemplars. Nach dem ersten Zurückgehen der Dehnung wurde das Weiterschreiten der Verkürzung zur Kontrolle noch durch einige Konzentrationsgrade hindurch verfolgt und schließlich der Streifen in einer Lösung von 5% KNO_3-Gehalt vollständig entspannt. Der Unterschied in der Turgordehnung der inneren und äußeren Rindenhyphen der oberen Stielregion betrug in diesem Falle 3·5%. Doch erhielt ich bei anderen Versuchen dieser Art bezüglich der apicalen Region Unterschiede bis zu 9·6%. Diese Schwankungen in der Größe der von mir ermittelten Dehnungsdifferenz sind jedoch zum größten Teil auf die Ungenauigkeit der Versuchsmethode zurückzuführen. Für die Turgordehnung der Membranen der inneren Rindenhyphen sind die Resultate vollständig einwandfrei; hinsichtlich der äußeren Rindenhyphen dagegen ist die von mir gefundene Größe der Turgordehnung mehr oder weniger ungenau, je nachdem sich an den äußeren Rindenhyphen noch eine größere oder geringere Zahl von

Stiel eines Fruchtkörpers im Stadium der Sporenaussaat. Apicale Stielregion.

	Länge des Gewebestreifens in KNO_3-Lösungen von verschiedenem Salzgehalt. (Dauer der Einwirkung der betreffenden Lösung: bis keine Verkürzung des Streifens mehr eintrat.) Angaben in Teilstrichen des Okularmikrometers (22 Teilstriche = 1 *mm*).							Turgordehnung der Hyphenlängswände
	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0	5·0	
	Prozent KNO_3-Gehalt							
Äußere Rindenlamelle	**92·0**	92·0	**91·0**	90·0	89·0	88·5	79·8	**15·2** %
Innere Rindenlamelle	**95·0**	95·0	**94·5**	94·0	93·5	92·0	80·0	**18·7** %

inneren Rindenhyphen befand. Bei der osmotischen Entspannung des Streifens werden nämlich die Außenhyphen, wenn sie bereits vollständig turgorlos geworden sind, durch die sich stärker kontrahierenden, mit ihnen in festem Zusammenhang befindlichen inneren Hyphen der Stielrinde, bei der noch weiter fortdauernden Verkürzung der letzteren in der Längsrichtung zusammengepreßt. Deshalb muß das auf diese Weise erhaltene Ausmaß der Kontraktion für die peripheren Rindenhyphen mehr oder weniger zu groß ausfallen. Dieser Fehler der Methode läßt in manchen Fällen die Dehnungsunterschiede geringer erscheinen als sie tatsächlich sind. Es ergibt sich demnach aus meinen Versuchen mit Sicherheit, daß die inneren Stielhyphen der oberen Stielregion viel dehnbarere Längswände besitzen wie die äußeren Rindenhyphen. In der basalen Stielregion dagegen ließen sich solche Unterschiede in der Dehnbarkeit der Hyphenlängswände nicht nachweisen.

Es wäre von Interesse gewesen, für diese außerordentlich dehnbaren Membranen die Größe des Elastizitätskoeffizienten zu berechnen, doch gelang es mir trotz vielfacher Bemühungen nicht, einwandfreie Werte dafür zu erhalten. Die Hauptschwierigkeit liegt für diese Objekte in dem Umstande, daß für die Hyphenlängswände, wie mich eigens hierzu ausgeführte

Versuche lehrten, das Hooke'sche Gesetz von der Proportionalität zwischen Dehnung und dehnender Kraft nur in höchst beschränktem Ausmaße Gültigkeit besitzt. Auch die Frage, ob beim fortschreitenden Längenwachstum der Hyphen ein immerwährendes Überschreiten der Elastizitätsgrenze der Längswände stattfindet oder nicht, mußte unentschieden bleiben. Es konnte nur soviel nachgewiesen werden, daß in jedem Falle die Längswände der turgeszenten Hyphen durch den osmotischen Druck stark gedehnt (gespannt) sind und daß bei Aufhebung der Turgeszenz in allen Fällen eine mehr oder weniger starke Verkürzung der betreffenden Gewebe zu bemerken ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Längswände vollkommen turgeszenter Rindenhyphen infolge des in den Zellen vorhandenen osmotischen Druckes so sehr gespannt sind, daß bereits eine relativ geringe Vergrößerung des longitudinalen Zuges ein Zerreißen der Wände herbeiführt. Daraus ergibt sich die auffallende Sprödigkeit gut turgeszenter Fruchtkörperstiele. Es genügt oft eine ganz geringe Biegung, um sofort ein Abbrechen des Stiels zu verursachen. Am natürlichen Standorte erreichen die Fruchtkörperstiele jedoch selten den in den Gewächshäusern zu beobachtenden Grad von Sprödigkeit, besonders nicht an solchen Substraten (Baumstämmen etc.), welche dem Winde ausgesetzt sind. Welk gewordene Fruchtkörperstiele lassen sich dagegen oft ganz bedeutend dehnen, ohne daß ein Zerreißen eintritt.

Die Gewebespannung.

Entsprechend den soeben geschilderten Elastizitätsverhältnissen zeigen die unverletzten Strünke von *Coprinus stiriacus* in ihren verschiedenen Hyphenpartien sowohl in longitudinaler als auch in tangentialer Richtung bedeutende Unterschiede im Spannungszustand der Gewebe. Man braucht nur die obere Hälfte eines Fruchtkörperstiels durch zwei gekreuzte Längsschnitte zu spalten, um zu bemerken, daß die vier Spaltstücke sofort mehr oder weniger stark bogig auseinanderweichen. Es befindet sich also an einem unverletzten Fruchtkörper die äußere Hyphenpartie des Stiels im Zustande der (longitudinalen) Zugspannung, die innere im Zustande der

Druckspannung. Legt man die einzelnen Spaltstücke getrennt in Wasser von 0° C., so verstärkt sich diese Krümmung.[1] Bei der Plasmolysierung strecken sich diese Stielstücke entweder gerade oder es tritt an denselben eine Krümmung nach der der ursprünglichen entgegengesetzten Seite, d. i. nach innen, ein.

c) Die Beeinflussung des Längenwachstums der einzelnen Rindenhyphen und des gesamten Fruchtkörperstiels durch longitudinalen Zug und Druck.

α) Einfluß der Gewebespannung auf das Längenwachstum der einzelnen Hyphenpartien der Stielrinde. Lamellenversuche.

Aus der im vorigen Abschnitte nachgewiesenen Gewebespannung ergibt sich die Möglichkeit, daß die äußeren Hyphen des Stiels, welche sich dauernd im Zustande der Zugspannung befinden, zu ihrem normalen Längenwachstum dieses auf sie von seiten der inneren Stielhyphen ausgeübten longitudinalen Zuges bedürfen. Da die Gewebe des Fruchtkörperstiels sehr gut mechanische Verletzungen aushalten, wenn nur der dadurch bedingte Wasserverlust wieder dauernd ersetzt wird, unternahm ich den Versuch, einzelne Partien des Fruchtkörperstiels unabhängig von den übrigen, also unbeeinflußt durch die Gewebespannung, ihr Längenwachstum ausführen zu lassen.

Von einem 25 *mm* langen, noch auf dem Substrat befindlichen Fruchtkörper wurde der Hut (licht ockerfarbig) sorgfältig entfernt. Von dem 2 *mm* dicken Stiele wurde hierauf durch einen parallel zur Stielachse geführten Schnitt eine dünne Lamelle bis knapp über die Stielbasis vom Strunke abgetrennt (Fig 5 *a*). Sie spreizte infolge der Gewebespannung in ihrem oberen Teile bogig vom Fruchtkörperstiele weg. Nun wurde der Spalt zwischen beiden Stücken mit Wasser gut benetzt und um die Basis des Fruchtkörperstiels ein Bausch nasser Watte gelegt, worauf das Ganze mit einer innen mit nassem Filterpapier bekleideten Glasglocke zugedeckt und der Stiel in verti-

[1] Bei Anwendung von Wasser, dessen Temperatur der mittleren Zimmertemperatur entspricht, erfolgt infolge des weitergehenden Längenwachstums eine fortgesetzte Einrollung der Spaltstücke.

kaler Stellung sich selbst überlassen wurde. Nach 11 Stunden zeigte der Fruchtkörperstiel eine Länge von 37 *mm*, die abgetrennte Lamelle eine Länge von 32 *mm*. Es ist also auch die schmale Lamelle in die Länge gewachsen, aber, da sie von der inneren Stielpartie isoliert war, nur wenig.[1] Ich habe mehrere Versuche in dieser Weise angestellt und stets das gleiche Resultat erhalten. Man könnte nun sagen, daß zwischen der äußeren und inneren Stielpartie möglicherweise eine radiäre Reizleitung

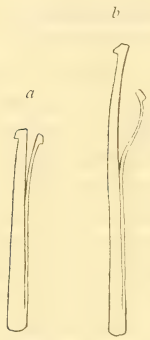


Fig. 5.

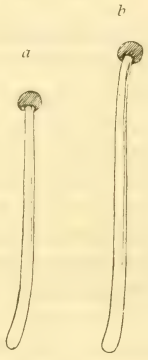


Fig. 6.

Lamellenversuche an aufrecht wachsenden Fruchtkörperstielen.

vorhanden sei, bei deren Unterbrechung die Außenpartie keinen »Wachstumsimpuls« bekäme und daß deshalb das Längenwachstum der abgetrennten Lamelle nicht in der normalen Weise vor sich gehen könne. Um diesen Einwand zu entkräftigen, machte ich folgendes Experiment: Es wurden, wie früher, bei mehreren Fruchtkörperstielen dünne Lamellen in der angegebenen Weise abgetrennt; nachdem die Schnittflächen mit Wasser benetzt worden waren, drückte ich jedesmal die abstehende Gewebe-

[1] Die Einwärtskrümmung der abgetrennten Lamelle, welche in der Figur sichtbar ist, ist eine geotropische Krümmung (Fig. 5 *b*).

lamelle an den Fruchtkörperstiel leicht an, trocknete die Stielspitze (Hutspitze) mit Filterpapier ab und setzte mit Hilfe eines heißen Metallspatels einen Tropfen leicht schmelzbaren Wachses (Gläserkitt von Grübler in Leipzig) derart auf das Stielende auf, daß er beim Erstarren eine beide Stielteile fest umschließende Kappe bildete (Fig. 6 *a* und *b*, das Wachs ist schraffiert dargestellt). Ich konnte stets beobachten, daß bei dieser Art der Versuchsanstellung[1] beide Stücke gleichmäßig in die Länge wuchsen. Wenn man nun nach zirka 10 Stunden die Wachskappe samt dem obersten Stielteile abschneidet, zeigen sich zwischen den beiden Stielhälften nur jene ganz geringen Längenunterschiede (unter 0·5 *mm*), welche der normalen Gewebespannung zwischen der inneren und äußeren Hyphenpartie entsprechen. Das abgelöste Stielstück wuchs also gerade so schnell in die Länge, wie der übrige Teil des Fruchtkörperstiels. Wäre die abgetrennte Lamelle im Längenwachstum zurückgeblieben, hätte sie entweder reißen oder den Fruchtkörperstiel zu einer Krümmung nach der angeschnittenen Seite veranlassen müssen, aber der Fruchtkörperstiel blieb bei gut gelungenen Experimenten gerade und ein Reißen der Lamelle habe ich bei richtig durchgeführten Versuchen auch niemals beobachtet.[2] Ferner bemerkt man, daß sofort nach dem Abschneiden der Wachskappe die beiden Teilstücke in normaler Weise (wie in Figur 5 *a*) auseinanderspreizen. Verwachsungen zwischen gegenüberliegenden Gewebeteilen traten nicht ein. Ich habe auch einige Versuche in der Art durchgeführt, daß ich zwischen die dickere und die

[1] Bei diesem sowie bei jedem anderen Lamellenversuch ist für hinreichende Wasserzufuhr zu den wachsenden Geweben und für eine genügend feuchte Luft (Glasglocke, nasses Filterpapier) zu sorgen.

[2] Für das gute Gelingen dieser Versuche sind zwei Bedingungen zu erfüllen: Erstens soll die abgetrennte Lamelle vom übrigen Teile des Stiels mehr abgespalten als abgeschnitten werden, damit die hierbei nicht zu vermeidende Verletzung von Hyphen auf das Minimum eingeschränkt wird. Zweitens müssen die bei der Lamellierung entstandenen Trennungsflächen gut feuchtgehalten werden, was am leichtesten durch aufgelegte nasse Watteflocken geschieht. Ferner ist eine genaue Kontrolle der Versuchsexemplare innerhalb der Versuchszeit nötig, um Wachstumsstörungen rechtzeitig als solche erkennen zu können.

dünnere Stielhälfte eine vollständig trennende Lamelle aus dünnem, aber festem Papier einlegte; das Ergebnis blieb dasselbe. Schließlich habe ich auch die vollständige Abtrennung der Lamellen vorgenommen und die beiden so erhaltenen Hälften des Strunkes oben mit Wachs, unten mit Gips wieder mechanisch vereinigt; das Wachstum erfolgte wie am unverletzten Fruchtkörperstiel. Aus diesen Versuchen folgt mit Sicherheit, daß die äußeren Hyphen des Fruchtkörperstiels durch den auf sie von seiten der inneren Hyphenpartie ausgeübten longitudinalen Zug im Längenwachstum bedeutend gefördert werden. Obwohl die äußeren Hyphen auch aktiv in die Länge wachsen, erfolgt doch ihr Wachstum am unverletzten Fruchtkörperstiel größtenteils passiv.

Daß eine Verminderung des longitudinalen Zuges, beziehungsweise ein in der Längsrichtung des Fruchtkörperstiels wirkender Druck das Längenwachstum hemmen muß, liegt in der Natur der Sache. Doch habe ich der Vollständigkeit wegen auch in dieser Hinsicht eine Reihe von Versuchen ausgeführt, indem ich an ganzen und an gespaltenen Strünken durch Anbringung eines Widerstandes (hervorgerufen durch dünne Streifen von Gläserkitt, welche ich mit einem erwärmten Metalldraht auf verschiedenen Seiten des Stiels aufgetragen habe) die Wachstumsschnelligkeit bestimmter Flanken herabsetzte. Diese Versuche wurden zum größten Teil auf dem Klinostaten durchgeführt. Die nach dieser Methode erhaltenen Versuchsergebnisse erklären sich in der Weise, daß durch einen in longitudinaler Richtung wirksamen Druck (Widerstand) zunächst die periphere Partie der Stielhyphen und damit auch die innere Rindenpartie in ihrem Längenwachstum derart beeinflußt wird, daß eine Verzögerung des Längenwachstums eintritt.

Das Gegenstück zu den eben erwähnten Versuchen bildet das folgende Experiment. Ich habe Stiele von Fruchtkörpern, welche sich noch nicht im Stadium der Sporenaussaat befanden, bis knapp über der Basis in zwei möglichst gleiche Längshälften gespalten und die Stielbasis sodann mit Gläserkitt auf eine am Klinostaten angebrachte, in vertikaler Ebene

rotierende Glasscheibe festgeklebt. Zur Wasserversorgung der Versuchsobjekte wurde um die Stielbasen nasse Watte angebracht. Rings um die Spitze der einen Stielhälfte wurde nun so lange gerade schmelzendes Harz (verharzter venetianischer Terpentin von möglichst niederem Schmelzpunkt) aufgetragen, bis es eine das Stielende gut umschließende Kappe bildete. An der Spitze dieser Kappe wurde dann mit demselben Harze ein schmaler, dünner Kautschukstreifen von zirka 6 *cm* Länge befestigt, welchen ich um ein Drittel seiner Länge dehnte (spannte) und mit seinem noch freien Ende auf der Glastafel festklebte. Dabei sah ich stets darauf, daß die Richtung des gespannten Kautschukstreifens mit der Stielachse zusammenfiel. Die andere Stielhälfte blieb ungespannt, um als Vergleichsobjekt zu dienen. Obwohl die Zugwirkung der von mir verwendeten, sehr dehnbaren Kautschukstreifen nur schwach war, konnte ich trotzdem eine wenn auch nur geringe Wachstumsbeschleunigung an der künstlich gespannten Stielhälfte konstatieren. So erhielt ich in einem Falle schon nach 4 Stunden bezüglich der beiden Stielhälften eine Wachstumsdifferenz von 1 *mm*. Diese Versuche haben aber den Nachteil, daß die Harzkappe sich sehr leicht vom Stielstücke ablöst; man muß deshalb darauf sehen, daß stets noch ein vorspringendes Stück der Kuppe des Hutes bei der Wegnahme des letzteren übrig gelassen wird, welches dann ein Abgleiten der Kappe verhindert. Die aus Gläserkitt hergestellten Kappen haben sich noch weniger bewährt und auch durch Verwendung von Gips bin ich bei den halbierten Fruchtkörperstielen nicht zu besseren Kappen gelangt. Da ich aber trotzdem in einigen Fällen deutlich positive Versuchsergebnisse bekam, so kann ich aus diesen Versuchen folgern, daß ein in longitudinaler Richtung auf den Fruchtkörperstiel ausgeübter Zug das Längenwachstum desselben beschleunigt. Man wird annehmen müssen, daß zunächst das Längenwachstum der peripheren Stielhyphen zunimmt und daß damit auch für die inneren Rindenhyphen die Möglichkeit für eine Wachstumsbeschleunigung gegeben ist.

Aus dem bis jetzt Gesagten ist nun auch der Rückschluß gestattet, daß die inneren Rindenhyphen beim normalen Längenwachstum des Fruchtkörperstiels von den peripheren Rindenhyphen auf mechanische Weise derart beeinflußt werden, daß sie nicht so rasch in die Länge wachsen können, als sie es sonst vermöge ihrer Wachstumsfähigkeit imstande wären.

Der folgende Versuch bildet eigentlich nur eine andere Form des zuletzt geschilderten Experimentes. Da er aber in dieser Form einen bekannten Versuch repräsentiert, der schon oft mit den Organen höherer Pflanzen ausgeführt worden ist, soll er hier in einem eigenen Abschnitt dargelegt werden.

β) Versuch, durch longitudinalen Zug das gesamte Längenwachstum eines unverletzten Fruchtkörperstiels zu beschleunigen.

Für den nun zu schildernden Versuch müssen die Versuchsobjekte besonders sorgfältig ausgewählt werden. Um sichere Resultate zu erhalten, müssen sich die Fruchtkörperstiele bereits in jenem Entwicklungsstadium befinden, in welchem eine kontinuierliche Abnahme des Längenwachstums erfolgt, also im Stadium kurz vor der Sporenaussaat; ferner sind möglichst kräftige Exemplare mit vollkommen geraden Stielen auszuwählen. Ein solcher Fruchtkörper wird mit seinem unteren Ende bis auf etwa ein Drittel der Stiellänge in ein kleines, mit Wasser gefülltes Glasröhrchen gesteckt; durch leichtes Einfügen von nasser Watte wird der Stiel in der Röhre parallel zu deren Längsachse orientiert und dann mit frisch angerührtem Gipsbrei die Mündung des Röhrchens rings um den Fruchtkörperstiel geschlossen. Es empfiehlt sich, in den Gipsbrei einige Watteflocken einzudrücken und dann denselben auch nach außen über den Rand des Röhrchens übergreifen zu lassen. Nun stellt man den Fruchtkörperstiel möglichst vertikal auf und gibt auf die Kuppe des Hutes einen größeren Tropfen flüssig gemachten Gläserkittes. Kurz vor dem Erstarren des Kittes wird in denselben eine aus einer hinreichend starken Glaskapillare angefertigte Glasöse mit einem als Zeiger dienenden Ende eingefügt. In der Öse wird ein Seidenfaden

befestigt, der über eine Rolle läuft und am anderen Ende mit einer Schlinge versehen ist. Das Glasröhrchen wird in entsprechender Weise unbeweglich montiert, wobei der Fruchtkörperstiel vollkommen vertikal zu stehen kommen muß. Um die Transpiration des Versuchsobjektes zu verringern und dabei möglichst auf derselben Höhe zu erhalten, wird um den freien Teil des Fruchtkörpers ein Rohr aus Filterpapier gegeben, das in der Höhe des Zeigers mit zwei gegenüberliegenden, hinreichend großen Fensterausschnitten versehen wird. Aus daneben aufgestellten kleinen Gläsern wird durch Filterpapierstreifen beständig die verdunstete Wassermenge dem Filterpapierrohr langsam wieder zugeführt. Nachdem sich der Fruchtkörper »beruhigt« hat, mißt man von Stunde zu Stunde mit dem Horizontalmikroskop an dem durch das Fenster der Filterpapierröhre sichtbaren Zeiger die Längenzuwächse des Fruchtkörperstiels. Nach 4 Stunden wird in die freie Schlinge des Seidenfadens eine mit einem Drahthaken versehene Papierdüte eingehängt, welche so lange mit Taragranaten beschickt wird, bis man im Horizontalmikroskop eben eine durch das Gewicht der Düte bewirkte (beim Aufheben der Düte sofort wieder zurückgehende) Stielverlängerung nachweisen kann. Diese Versuche sind sehr schwer ohne Zwischenfälle zu Ende zu führen, da die im Zustand vollkommener Turgeszenz überaus spröden Fruchtkörperstiele bei der Belastung der Düte sofort abspringen, wenn der Stiel im unteren freien Teile auch nur wenig gebogen ist oder schräg steht; auch ist es bei den vielen, mit dem Fruchtkörper vorzunehmenden Manipulationen leicht möglich, den Fruchtkörper sonst zu beschädigen. Ein weiterer Übelstand liegt darin, daß viele Fruchtkörper, wenn sie mehrere Stunden hindurch zum Versuch aufmontiert sind, sich zu einem weiteren mehrstündigen Beobachten nicht mehr eignen, da Wachstumsstörungen eintreten. Das Ergebnis des am besten gelungenen Experimentes dieser Art ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Die Angaben über die Längenzuwächse in der Zeit von $11^h 45^m$ bis $2^h 45^m$ zeigen, daß das Längenwachstum des Fruchtkörpers im kontinuierlichen Abnehmen begriffen ist. Dies ist bei allen Fruchtkörpern im Stadium kurz vor der Sporenaussaat

Versuchsobjekt: Jüngerer Fruchtkörper vor der Sporenaussaat, Hut beim Beginn des Versuches lichtgrau.

Längenzuwächse des Fruchtkörperstiels in der Zeit	betragen in Teilstrichen des Okularmikrometers	Anmerkung
von $11^h 45^m$ bis $12^h 45^m$ Nm.	5·2	Normales Längenwachstum des Fruchtkörperstiels.
» $12^h 45^m$ » $1^h 45^m$ »	4·8	
» $1^h 45^m$ » $2^h 45^m$ »	3·5	
		Durch die um $2^h 45^m$ erfolgte Belastung der Düte mit **6·5** *g* verlängerte sich der Stiel (durch elastische Dehnung) sofort um 0·5 Teilstriche. Beim Aufheben der Düte verkürzte sich der Fruchtkörperstiel wieder um dasselbe Maß.
von $2^h 45^m$ bis $3^h 45^m$ Nm.	6·0	Gesteigertes Längenwachstum unter dem Einflusse des longitudinalen Zuges von 6·5 *g*.
» $3^h 45^m$ » $4^h 45^m$ »	5·2	
» $4^h 45^m$ » $5^h 45^m$ »	4·8	
» $5^h 45^m$ » $6^h 45^m$ »	4·5	
$6^h 45^m$ » $7^h 45^m$ »	4·0	

Benützte Vergrößerung: Reichert, Mikrometerokular 2, Objektiv 1*a* nach Wegnahme der Frontlinse. Die Zehntel der Teilstriche wurden schätzungsweise bestimmt.

der Fall und dauert bis zum Absterben des Fruchtkörpers fort.[1] Durch die Einwirkung des longitudinalen Zuges wurde das Längenwachstum des Fruchtkörperstiels sofort fast auf das Doppelte gesteigert, worauf in den folgenden Stunden wieder, wie früher, ein allmähliches Abnehmen der stündlichen Zuwächse zu bemerken ist. Um $7^h 45^m$ abends waren trotz dieser kontinuierlichen Abnahme die Zuwächse noch immer größer als um $2^h 45^m$ Nm. Eine transi-

[1] Absteigender Ast der »großen Periode« des Längenwachstums (im Sinne Sachs').

torische Wachstumshemmung, entsprechend den Ergebnissen der von Hegler[1] mit Phanerogamen ausgeführten Versuche, trat hier nicht ein.

γ) Über das künstliche Hervorrufen abnormer Stielkrümmungen durch mechanische Überwindung des Autotropismus. Die Fixierung dieser Krümmungsformen durch das Wachstum.

Läßt man Fruchtkörper von *Coprinus stiriacus*, welche für die Lichtrichtung nicht mehr empfindlich sind, auf dem Klinostaten sich weiter entwickeln, so wächst der Stiel in der zuletzt angenommenen Richtung geradlinig weiter. Die Fruchtkörperstiele besitzen demnach einen wohlausgeprägten Autotropismus. Ich klebte nun einige Fruchtkörper am unteren Stielende und an einer Hutseite mit flüssig gemachtem Gläserkitt auf eine Glasscheibe, befestigte noch nasse Watte über den Stielbasen und ließ das Ganze auf dem Klinostaten rotieren. Nach einem halben Tage zeigten bereits die Fruchtkörperstiele in ihrer oberen Region Auskrümmungen nach der Seite, welche nach dem Ablösen der Fruchtkörper von der Glasplatte ihre Form nicht veränderten. Daraus ergibt sich, daß alle durch äußeren Zwang hervorgerufenen Krümmungen der Fruchtkörperstiele sogleich durch das Wachstum fixiert werden. Ich bewirkte das Zustandekommen von abnormen Krümmungen auch am natürlichen Standort. Auf einer Wiesenfläche des botanischen Gartens zeigten sich nach einigen Regentagen eine Menge junger *Coprinus*-Fruchtkörper. Die Hüte waren alle noch eiförmig und von lichter Farbe. Ich wählte am Vormittag einige Gruppen zu meinen Versuchen aus und schlug nach dem Verkürzen des ringsum wachsenden Rasens um jede dieser Fruchtkörpergruppen einige Holzpflöckchen so weit in den Erdboden ein, daß eine auf diese Pflöckchen gelegte Glasscheibe die Hutspitzen gerade noch nicht berührte. Am nächsten Tage waren die Hüte fest an die Glasplatte angepreßt, bereits aufgespannt und die Sporenaussaat in vollstem Gange; die Stiele hatten sämtlich eine durch das Wachstum

[1] Hegler, Über den Einfluß des mechanischen Zuges auf das Wachstum der Pflanze. Cohn's Beitr., VI/2, p. 383 ff.

fixierte S-förmige Gestalt angenommen und die Achsen der Hüte standen schräg. Diese Krümmungen sind jedoch unter der Mitwirkung des Geotropismus ausgeführt worden, der bestrebt war, die schräg gestellten Hüte immer wieder in die Vertikalstellung zu bringen, wenn sie durch das seitliche Ausbiegen der Stiele aus der für die Sporenaussaat erforderlichen Lage gebracht worden waren. In Fig. 7 ist eine Gruppe solcher Fruchtkörper nach Beendigung des Versuches abgebildet.

Fig. 7.
Durch äußeren mechanischen Einfluß hervorgerufene Krümmungen der Fruchtkörperstiele. Natürliche Größe.

Es wurde schon früher festgestellt, daß die in einzelnen Hyphenpartien hervorgerufenen Veränderungen der normalen longitudinalen Zug- und Druckspannungen modifizierend auf das Längenwachstum der betreffenden Hyphen einwirken. Wird, wie es bei den zuletzt geschilderten Versuchen der Fall ist, ein Fruchtkörperstiel leicht gebogen, so entsteht an der Konvexseite eine Zugspannung, an der Konkavseite eine Druckspannung in longitudinaler Richtung. Die Folge davon ist dann eine Wachstumsbeschleunigung auf der Konvexseite, eine Verzögerung des Längenwachstums auf der Konkavseite und damit eine Fixierung der physikalischen Krümmungsform durch das Wachstum.

II. Der Geotropismus der Fruchtkörperstiele.

Solange die Fruchtkörper von *Coprinus stiriacus* sich noch im Stadium der basalen Stielstreckung befinden, folgen die Stiele in ihrem Längenwachstum der Richtung des günstigsten Lichteinfalles. Auf diese Weise werden die jungen Fruchtkörper aus den Spalten des Substrates »hervorgelockt« und in eine

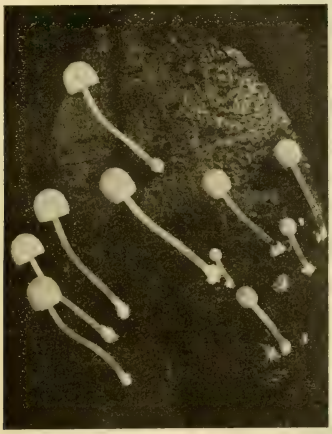


Fig. 8.
Heliotropismus und beginnender Geotropismus junger Fruchtkörper. Natürliche Größe.

für die spätere Wachstumsentfaltung günstige Stellung gebracht. Wenn das Licht von einer Seite gleichmäßig auf eine Kolonie junger Fruchtkörper einfällt, so wachsen sie anfangs naturgemäß mehr oder weniger parallel zur Lichtrichtung, wie dies aus der Fig. 8 ersichtlich ist. Besonders schön zeigen dieses Verhalten die drei ganz rechts auf dem abgebildeten Borkenstück befindlichen jungen Fruchtkörper. Die etwas älteren Fruchtkörper, welche auf der linken Seite dieses Borkenstückes entspringen, zeigen den Beginn der geotropischen Krümmung: es ist bereits eine schwache Aufwärts-

krümmung zu bemerken. Im Stadium der Sporenreife sind dann alle Stiele in ihrem oberen Teile vollkommen aufgerichtet und damit ist in jedem einzelnen Falle die Hutmündung in die für die erfolgreiche Sporenaussaat nötige Horizontallage gebracht worden (Fig. 9).

Fig. 9.

Ausgewachsene Fruchtkörper an vertikalem Substrat (Borke). Natürliche Größe.

1. Ort der Perzeption und Reaktion.

Wenn auch, wie bekannt, die Hymeniallamellen positiv geotropisch sind, so ist doch die möglichst genaue Horizontalstellung der Hutmündung ein für die erfolgreiche Verbreitung der Sporen unbedingt nötiges Erfordernis; denn nur dann können die Sporen ungehindert aus dem Hute herausfallen und von Luftströmungen erfaßt und fortgetragen werden.[1] So habe ich denn im Verlauf meiner Untersuchungen eine sehr große Anzahl von Fruchtkörpern des *Coprinus stiriacus* im Stadium der Sporenaussaat beobachtet und bei ungestörtem Wachstum derselben stets die Hutmündung genau horizontal gestellt gefunden.

Diese präzise Einstellung des Hutes wird durch ein entsprechendes Längenwachstum des Fruchtkörperstiels besorgt, das durch den Einfluß der Schwerkraft ausgelöst wird. Da es sich

[1] Über die Mechanik der Sporenverbreitung siehe Falk, Die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und der biologische Wert der Basidie (Cohn's Beitr., IX, 1. Heft, 1904).

um eine zweckmäßige Einstellung des Hutes handelt, könnte man auf den Gedanken kommen, daß die Perzeption der Schwerkraftrichtung im Hute erfolgt, von wo sich dann der Erregungszustand bis zur Krümmungsregion fortpflanzen müßte, um dort die geotropische Wachstumsbewegung auszulösen. Um diesen Gedanken auf seine Gültigkeit zu prüfen, nahm ich vorsichtig die seitlichen Hutpartien von kräftig gewachsenen älteren Fruchtkörpern weg und schnitt mit dem Rasiermesser überall das noch übrig gebliebene Stück des Hutes (die Kuppe, Discus) sorgfältig ab, worauf ich die Strünke, am basalen Ende entsprechend befestigt, horizontal auf feuchten Sand legte und zur Vermeidung allzu großer Transpiration mit einer Glasglocke bedeckte. Ich fand, daß sich bei allen hinreichend alten Exemplaren der Stiel in seinem oberen Teile auch ohne den Hut vollkommen in die Vertikalstellung aufbiegt; die Zeit, welche zur vollständigen Aufrichtung erforderlich war, schien nicht wesentlich verschieden von der zu sein, welche die mit Hüten versehenen Kontrollexemplare hierzu brauchten. Für die geotropische Aufkrümmung des Stiels kommt also der Hut nicht in Betracht; die Perzeption der Schwerkraft muß demnach im Stiele selbst vor sich gehen. Es bleibt nun zu ergründen, in welcher Region des Stiels die Perzeption des Schwerkraftreizes erfolgt. Um dies zu entscheiden, braucht man nur eine größere Gruppe ausgewachsener Fruchtkörper zu betrachten, welche aus einem vertikalen Substrat hervorbrechen (vgl. hierzu Fig. 9, p. 602). Man wird dabei bemerken, daß die unteren Teile der Fruchtkörperstiele in verschiedenen Neigungslagen vom Substrat abstehen, was als eine Folge der heliotropischen Reizbarkeit der jungen Fruchtkörper anzusehen ist; es stehen demnach die unteren Stielpartien in allen möglichen Neigungswinkeln zur Richtung der Schwerkraft; ohne Rücksicht auf die Orientierung der ausgewachsenen Stielregionen stehen dagegen alle oberen Stielpartien vollkommen vertikal. Aus diesem Grunde ist es ausgeschlossen, daß die Perzeption der Schwerkraftrichtung im ausgewachsenen Teil des Strunkes vor sich geht. Es ist damit festgestellt, daß die Perzeption der Schwerkraftrichtung an die wachsende Region des Fruchtkörper-

stiels gebunden ist. Dabei ist zu untersuchen, ob die wachsende Region in ihrer ganzen Länge die Schwerkraftrichtung perzipiert oder ob die geotropische Reizbarkeit auf eine bestimmte Partie der Wachstumszone beschränkt ist. Zur Entscheidung dieser Frage schneidet man einige Fruchtkörperstiele gerade dort entzwei, wo sich die Zone stärksten Wachstums befindet. Dann legt man die dadurch erhaltenen Teilstücke horizontal auf feuchten Sand. Nach Beendigung der geotropischen Reaktion sieht man, daß sowohl die unteren Strunkstücke in ihrem oberen Teile als auch die unteren Enden der noch im Hut befindlichen Stielstücke sich geotropisch aufgerichtet haben. Man nimmt schließlich mehrere größere Fruchtkörper vom Substrat, beraubt sie ihrer Hüte und schneidet vom Stiel des ersten ganz oben ein 2 *mm* langes Stück ab, vom zweiten ein Stück von 4 *mm* Länge usf.; bei der horizontalen Exposition wird man finden, daß die geotropische Reaktion so lange möglich ist, als eben noch ein Stück der wachsenden Region vorhanden ist. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen also, daß bei den Fruchtkörperstielen im fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung die geotropische Perzeption in der gesamten Ausdehnung der Wachstumsregion vor sich geht. Aus diesen Versuchen folgt ferner, daß die Zone der Perzeption zugleich Reaktionszone ist.

Es drängt sich nun die Frage auf, ob alle Hyphen der wachsenden Region des Stiels oder nur bestimmte Hyphen derselben geotropisch reizbar sind. Zuerst ist zu erwähnen, daß den Markhyphen keine geotropische Reizbarkeit zukommen kann, da sie als unregelmäßig hin- und hergebogene Fäden den Markraum gegen die Stielrinde zu begrenzen. Die Fähigkeit zur Perzeption der Schwerkraftrichtung kommt allen Hyphen der Stielrinde zu. Denn einerseits zeigten Versuche mit dünnen, der Peripherie der Wachstumszone entnommenen Lamellen, daß diese sich selbständig geotropisch aufkrümmen, andrerseits blieb die geotropische Krümmung des Stiels nicht aus, wenn dessen peripher gelagerte Rindenhyphen allseitig sorgfältigst entfernt wurden. Ich habe nun die Rindenhyphen genau untersucht, um spezielle Einrich-

tungen zur Erleichterung der Perzeption (Statolithen) nachzuweisen. Doch ist mir dieser Nachweis trotz sorgfältigster Untersuchung nicht gelungen.[1]

Welche Verschiedenheiten sich hinsichtlich der relativen Länge der Reaktionszone in den einzelnen Altersstufen zeigen, ist aus der folgenden Figur zu ersehen.[2] I ist ein junger Fruchtkörper, welcher sich in der beigefügten Versuchszeit vollständig aufkrümmte; die Länge der Krümmungszone beträgt etwa die Hälfte der Stiellänge. Beim Fruchtkörper II,

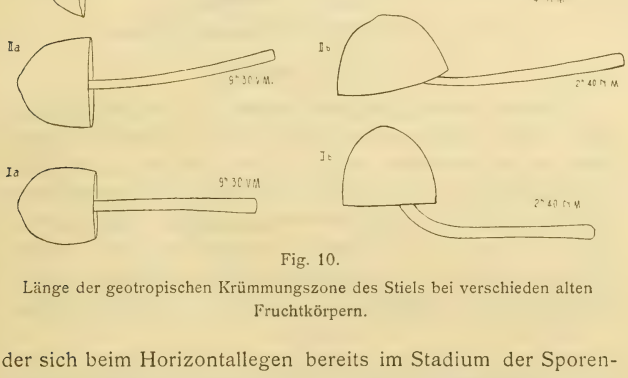


Fig. 10.

Länge der geotropischen Krümmungszone des Stiels bei verschieden alten Fruchtkörpern.

der sich beim Horizontallegen bereits im Stadium der Sporenaussaat befand, erstreckt sich die Krümmungsregion auf das

---

[1] Gegner der Statolithentheorie dürften diese Tatsache als willkommenen Beitrag zu ihren Kampfmitteln betrachten; doch sei hier erwähnt, daß dieser Fall ebensowenig gegen die Statolithentheorie ins Feld geführt werden kann, wie etwa der Mangel an Fühltüpfeln bei den *Passiflora*-Ranken gegen die Auffassung spricht, daß die *Cucurbita*-Fühltüpfel eine spezielle Einrichtung zur Erleichterung der Reizperzeption darstellen.

[2] Die Figuren wurden in der Weise hergestellt, daß bei einem photographischen Apparat, der Bilder von dreifacher Vergrößerung lieferte, statt der Mattscheibe eine mit möglichst durchscheinendem Papier überzogene Glasplatte eingesetzt und auf derselben nach genauer Einstellung die Kontur des Objektes mit Bleistift sorgfältig nachgezeichnet wurde. Die Figuren wurden bei der Reproduktion um die Hälfte verkleinert.

obere Drittel des Stiels. Beim Exemplar III, dessen Sporen beim Beginn des Versuches fast völlig entleert waren — es zeigte sich bereits ein Schrumpfen des Hutrandes — trat im Verlauf des Versuches das Zerfließen des Hutes ein; der Stiel hat sich in seinem obersten Sechstel noch ein wenig emporgekrümmt. Man sieht aus diesen Versuchen, daß die Krümmungsregion desto kürzer ist, je weiter beim Beginn des Versuches die Entwicklung des betreffenden Fruchtkörpers vorgeschritten war. Dieses Verhalten ergibt sich daraus, daß bei der fortschreitenden Entwicklung des Fruchtkörpers die Länge der wachsenden Region fortwährend im Abnehmen begriffen ist (vgl. p. 578 dieser Arbeit).

2. Der geotropische Krümmungsvorgang.

a) Die Reaktionszeit.[1]

Die Bestimmung der Reaktionszeit der verschieden alten Fruchtkörper erfolgte mit der größtmöglichen Sorgfalt nach der gleich zu schildernden Methode unter Benützung des Horizontalmikroskops.[2] Da die Hutlast, wie später noch auseinandergesetzt werden soll, beim Horizontallegen des Fruchtkörpers in den Strünken Zug- und Druckspannungen verursacht, welche sich im Sinne der physikalischen Lastkrümmung geltend machen, mußte zunächst eine Methode ausfindig gemacht

[1] Unter dem Ausdruck »die Reaktion« verstehe ich hier immer die geotropische Krümmung, also unter »Reaktionszeit« jene Zeit, welche zwischen dem Horizontallegen des Versuchsobjektes und dem ersten Sichtbarwerden der Krümmungsbewegung verstreicht. Würde man hingegen den Nachweis chemischer Vorgänge usw., welche allen Wachstumsveränderungen vorausgehen müssen und welche auch von Czapek nachgewiesen worden sind, benützen, um kürzere Reaktionszeiten zu erhalten, so würde das zu Begriffsverwirrungen führen. Es wäre vielleicht von Vorteil, den das biologisch geforderte Schlußresultat unmittelbar bewirkenden Vorgang, also hier die Wachstumskrümmung, als »Endreaktion« oder »Schlußreaktion«, die zwischen Perzeption und Endreaktion gelegenen reizphysiologischen Vorgänge hingegen als »vorbereitende Reaktionen« zu bezeichnen.

[2] Die Benützung des Horizontalmikroskops zur Ermittlung der geotropischen Reaktionszeit erfolgte zuerst durch Moisescu (Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1905, XXIII, Heft 8).

werden, um die Wirkung der Hutlast auf das geringste Ausmaß herabzudrücken (siehe auch später p. 620 ff.). An ein Äquilibrieren des Hutgewichtes konnte man nicht denken, da der Stiel relativ rasch in die Länge wächst und dadurch die Lage des Schwerpunktes des Hutes sich fortwährend verschiebt. Ich half mir dadurch, daß ich die Fruchtkörper in der abgebildeten Weise (Fig. 11) auf einem Holzklötzchen (*Kl* der Figur) befestigte und dieselben knapp über der Zone des stärksten

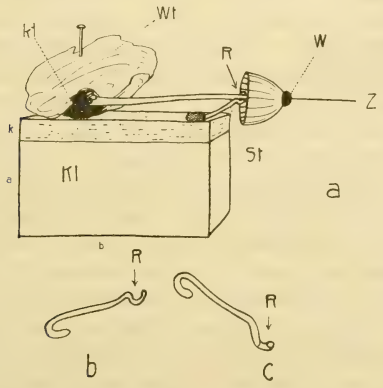


Fig. 11.

Montierung eines Fruchtkörpers zur Bestimmung der geotropischen Reaktionszeit.

Längenwachstums unterstützte. Vorher wurde auf der beim Versuch zu oberst gelegenen Fläche des Klötzchens eine passende Korkplatte *(K)* angenagelt, um das Einstechen von Stecknadeln zu ermöglichen. Auf die eben erwähnte Korkplatte wurde die Basis des horizontal gelegten Fruchtkörpers samt einem Stückchen des Substrates mit einer hinreichend großen Menge von Gläserkitt *(Kt)* befestigt. Mit einer Nadel wurde dann über der Stielbasis ein Bausch nasser Watte *(Wt)* angemacht. Zur Unterstützung der oberen Stielpartie benutzte ich eine aus einer hinreichend starken Glaskapillare angefertigte Stütze *(St)*. In Fig. 11, *b* ist diese Stütze von vorn, in *c* von oben gesehen gezeichnet. Beim Ankleben der Stielbasis mußte

darauf gesehen werden, daß die knapp über der Region des stärksten Längenwachstums befindliche Stielpartie in die Rinne *R* der Stütze zu liegen kam. Das andere Ende der Stütze ist mit Gläserkitt auf der Korkplatte festgeklebt worden. (Diese Art der Unterstützung wurde deshalb angewendet, weil es bei Fruchtkörpern im Stadium der Sporenaussaat nötig war, den Stiel innerhalb des Hutes zu unterstützen.) Schließlich brachte ich auf der Kuppe des Hutes mit Gläserkitt *(W)* einen aus einer zirka 1 *cm* langen, dünnen Glaskapillare bestehenden Zeiger *(Z)* an. Nachdem diese Manipulationen möglichst rasch durchgeführt worden waren, wurde jedesmal vor dem Versuch das Klötzchen mit dem darauf befindlichen Fruchtkörper derart aufgestellt, daß die Achse des oberen Stielteils möglichst vertikal zu stehen kam, und sodann über das Ganze zur Herstellung eines feuchten Raumes eine mit nassem Filterpapier ausgeschlagene Glasglocke gestellt. In dieser Stellung wurde der Fruchtkörper für längere Zeit (1 bis 2 Stunden) sich selbst überlassen, um die Nachwirkung der bei den vorhergegangenen Manipulationen unvermeidlichen geotropischen Reizungen aus den Versuchen auszuschalten. Nachdem sich der Fruchtkörper »beruhigt« hatte, legte ich das Klötzchen rasch um und befestigte es sogleich durch einen Tropfen geschmolzenen Gläserkittes auf einer schweren, horizontalen Unterlage. Auf die Spitze des Zeigers wurde nun ein Reichert'sches Horizontalmikroskop[1] genau eingestellt. Die Stellung der Zeigerspitze wurde dann in bestimmten Zeitintervallen so lange beobachtet, bis sich eine andauernde Abwärtsbewegung (in Wirklichkeit eine Hebung derselben) an der Hand des Mikrometermaßstabes nachweisen ließ. Mit dieser Methode lassen sich die Reaktionszeiten hinreichend genau bestimmen. Dazu sei noch bemerkt, daß aus den auf p. 620 ff. angeführten Gründen die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Angaben über die Reaktionszeiten eher ein wenig zu groß als zu klein ausgefallen sein können.

[1] Objektiv 1 *a*, Mikrometerokular 2.

Reaktionszeit	Beobachtungsintervalle Min.	Hutfarbe[1]	Fruchtkörperlänge *mm*	Mittlere Stieldicke *mm*	Huthöhe, Hutbreite[1] *mm*	Anmerkung
2 Stunden	5	gelblichweiß	30	1·5	5, 4	Junger Fruchtkörper.
1 Stunde 15 Minuten	5	lichtgelb	25	1·5	8, 5	» »
35 Minuten	5	lichtgrau	45	1·5	7, 12	Ende der Sporenaussaat.
22 »	1	gelblichgrau	35	1·5	9, 7	Vor der Sporenaussaat.
19 »	1	grau	30	1·5	8, 10	Während der Sporenaussaat.
15 »	5	lichtgrau	35	1·3	6, 10	Gegen das Ende der Sporenaussaat.
10 »	5	lichtgrau	35	1·5	6·5, 9	Kurz vor Beginn der Sporenaussaat.
8 »	1	dunkelgrau	32	1	4, 9	Vorgeschrittene Sporenaussaat.
5 »	1	grau	56	1·5	6, 10	Während der Sporenaussaat.
4 »	1	lichtgrau	50	1·2	8, 8	Vorgeschrittene Sporenaussaat.
4 »	1	gelblichgrau	43	1·2	8, 6	Kurz vor Beginn der Sporenaussaat.[2]
3 »	1	dunkelgrau	40	1·5	8, 11	Während der Sporenaussaat.

Man sieht aus obiger Tabelle, daß die beiden von mir bestimmten Extreme der Reaktionszeiten 2 Stunden einerseits und 3 Minuten andrerseits betragen. Die Reaktionszeit der Fruchtkörper, welche sich im Stadium der Sporenaussaat befinden, beträgt im Maximum etwa eine halbe Stunde, im

[1] Über die Bedeutung der Hutfarbe und Hutform für die Abschätzung des (relativen) Alters der Fruchtkörper siehe meine Arbeit: Eine neue Art der Gattung *Coprinus* (Öst. Bot. Zeitschr. 1909, Nr. 4).

[2] Bei diesem Fruchtkörper wurde kurz vor dem Horizontallegen der Hut bis auf die Kuppe vollständig entfernt, was nach der dabei erhaltenen Reaktionszeit anscheinend keinen die geotropische Sensibilität herabsetzenden Wundschock hervorruft.

Mittel 10 Minuten, im Minimum 3 Minuten. Die Verschiedenheiten hinsichtlich der ermittelten Reaktionszeiten für das zuletzt erwähnte Stadium der Fruchtkörper ergeben sich einerseits aus den individuellen Verschiedenheiten und der verschieden weit vorgeschrittenen Entwicklung der Fruchtkörper, andrerseits aus den unvermeidlichen Fehlern der angewendeten Versuchsmethode. Trotzdem ließ sich mit voller Sicherheit nachweisen, daß die Reaktionszeit der jüngeren Exemplare um vieles größer ist als die Reaktionszeit der Fruchtkörper im Stadium der Sporenaussaat. Das Maximum der Reaktionszeit fällt in den Beginn der geotropischen Empfindlichkeit des Fruchtkörperstiels. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung desselben verkürzt sich die Reaktionszeit immer mehr und hat in der Zeit der Sporenaussaat ihr Minimum erreicht.

Junge, kräftig entwickelte Fruchtkörper wurden nun dazu benützt, um an einem und demselben Individuum an zwei voneinander hinreichend entfernt liegenden Zeitpunkten die Reaktionszeit zu bestimmen. Ich nahm für den folgenden Versuch einen Fruchtkörper, dessen Hut noch ziemlich licht gefärbt war, und bestimmte mit der mikroskopischen Methode die Reaktionszeit. Dann stellte ich den Fruchtkörper sofort wieder auf und ließ ihn sich wieder in die Vertikale einstellen. Nach 12 Stunden machte ich die zweite Bestimmung. Die Ergebnisse der beiden Versuchsabschnitte waren folgende:

Erste Reaktionszeitbestimmung ($10^h\ 5^m$ Vm).

Beschaffenheit des Versuchsexemplars um $10^h\ 5^m$ Vm.: Fruchtkörper 25 *mm* lang, Stiel 1·5 *mm* mittlere Dicke; Hut 7 *mm* breit, 8 *mm* hoch, walzig, ockergelb.

Reaktionszeit: **60** bis **65** Minuten (Beobachtungsintervall: 5 Minuten).

Zweite Reaktionszeitbestimmung ($10^h\ 15^m$ nachts).

Beschaffenheit des Versuchsexemplars um $10^h\ 15^m$ nachts: Fruchtkörper 33 *mm* lang, Stiel wie früher; Hut 12 *mm* breit, 8 *mm* hoch, glockig, lichtgrau, kurz vor der Sporenaussaat.

Reaktionszeit: **15** bis **20** Minuten (Beobachtungsintervall: 5 Minuten).

Damit ist ein weiterer Beweis für die Gültigkeit des oben ausgesprochenen Satzes erbracht.

Bei der Bestimmung der Reaktionszeit ganz junger Fruchtkörper ist jedoch noch ein Umstand zu bedenken. Buller hat schon nachzuweisen gesucht, daß die Fruchtkörper von *Lentinus lepideus* Fr. in ihren ersten Entwicklungsstadien nicht geotropisch sind. Ich selbst habe die Fruchtkörper von *Coprinus lagopus* daraufhin untersucht, da sich die Exemplare von *Coprinus stiriacus* wegen ihres großen Lichtbedürfnisses nicht für die Kultur im Dunkeln eignen. Wurde eine größere Anzahl junger Exemplare der ersterwähnten *Coprinus*-Art während ihres weiteren Wachstums im Dunkeln gelassen, so wuchsen diese so lange in der ursprünglich vom Licht induzierten Wachstumsrichtung fort, bis das Stadium der apicalen Streckung entsprechend weit vorgeschritten war. Dann stellten sich die Fruchtkörperstiele mit ihren oberen Teilen ziemlich rasch in die Vertikale ein. Die jungen Fruchtkörperstiele sind demnach in ihren ersten Entwicklungsstadien ageotropisch. Dies ist wohl bei den meisten Fruchtkörpern der Agaricaceen der Fall. Wenn auch dieses Verhalten für *Coprinus stiriacus* nicht einwandfrei nachzuweisen war, so zeigt doch Fig. 8 (auf p. 601) eine diesbezügliche Übereinstimmung mit *Coprinus lagopus*. Es kann demnach wohl geschehen, daß man bei der Bestimmung der geotropischen Reaktionszeit junger Fruchtkörper einen solchen in die Hand bekommt, der beim Beginn des Versuches noch ageotropisch war und erst im Verlauf desselben in das geotropische Stadium überging. Dabei muß natürlich die Angabe für die Reaktionszeit zu groß ausfallen.

b) **Der Verlauf der geotropischen Krümmung.**

Die geotropische Krümmung beginnt an den Fruchtkörperstielen von *Coprinus stiriacus* in der Zone des stärksten Längenwachstums. Dies ergibt sich aus der Betrachtung der Fig. 12. Nach dem früher (p. 578 f.) Gesagten liegt bei den Fruchtkörpern des in der Fig. 12 dargestellten Entwicklungsstadiums die Zone des stärksten Längenwachstums des Stiels etwa im oberen Drittel des letzteren; an dieser Stelle ist denn auch in der Figur der Beginn der geotropischen Krümmung zu bemerken.

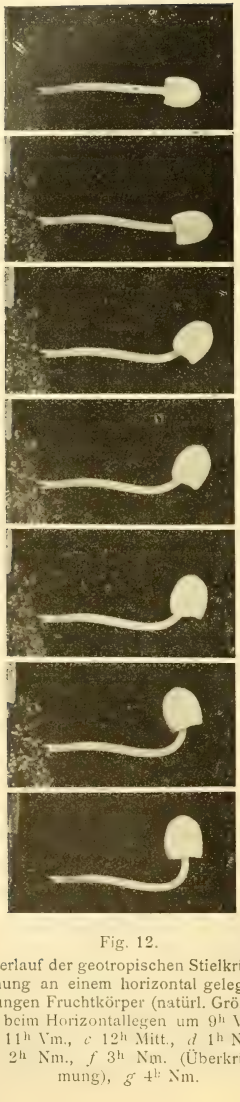


Fig. 12.

Verlauf der geotropischen Stielkrümmung an einem horizontal gelegten jungen Fruchtkörper (natürl. Größe): *a* beim Horizontallegen um 9^h Vm., *b* 11^h Vm., *c* 12^h Mitt., *d* 1^h Nm., *e* 2^h Nm., *f* 3^h Nm. (Überkrümmung), *g* 4^h Nm.

Der weitere Verlauf der geotropischen Krümmung entspricht vollständig dem für die negativ geotropischen Stengel der Phanerogamen bekannten Verhalten.[1] Auch die geotropische Überkrümmung ist aus dem abgebildeten Versuchsergebnis (Fig. 12, *f*) zu ersehen. Die am Schlusse der geotropischen Bewegung auftretenden pendelnden »Schwingungen« der Hutspitze lassen sich auch leicht in der Horizontalprojektion wiedergeben. Fig. 13 zeigt ein solches Versuchsergebnis. Auf der Kuppe des Hutes wurde vor dem Versuch mit Grüblerschem Gläserkitt ein kurzes, dünnes Glasstäbchen befestigt, um eine leicht zu beobachtende Spitze zu erhalten. Dann wurde der Fruchtkörper kaum merklich schräg gestellt und die nun folgende Bewegung der Glasspitze mit dem Zeichenapparat nachgezeichnet (Reichert, Objektiv 1*a* und Okular 2). Die Hutspitze bewegte sich von *A* aus in der Richtung des der Figur beigefügten Pfeiles. Bei *D* war die Ruhelage erreicht; die zwischen *D* und *E* sichtbaren Zickzacklinien sind die infolge

[1] Vgl. darüber Pfeffer, Pflanzenphysiologie (2. Aufl.), II, p. 652 bis 654.

der Circumnutation zurückgelegten Wege der Hutspitze. Es zeigen jedoch nicht alle zu diesem Zweck ausgeführten Versuche ein so klares Resultat, wie das in Fig. 13 dargestellte. Wenn schon längst die Bewegung des Strunkes in das Stadium der Circumentation übergegangen ist, kann durch eine Ungleichmäßigkeit im Längenwachstum des Stiels die Hutachse wieder aus der Vertikalen gebracht werden und die Einstellungsbewegung von neuem beginnen. Es kann eine solche Wachstumsstörung auch während der letzten »Pendelschwingungen« eintreten und die Bewegung nach einer ganz anderen Richtung

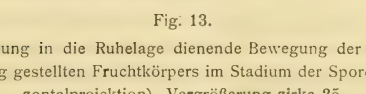


Fig. 13.

Die zur Einstellung in die Ruhelage dienende Bewegung der Hutspitze eines nur wenig schräg gestellten Fruchtkörpers im Stadium der Sporenaussaat (Horizontalprojektion). Vergrößerung zirka 25.

$A = 9^h\ 35^m$ Vm.
$B = 11^h\ 20^m$ Vm.
$C = 11^h\ 45^m$ Vm.
$D = 12^h$ M.
$E = 3^h\ 40^m$ Nm.

ablenken, so daß dadurch das Erreichen der Vertikalstellung wieder um einige Zeit hinaus geschoben wird.

Es erübrigt nun noch zu untersuchen, warum in diesem Falle die geotropische Aufkrümmung nicht beim ersten Eintreffen in die Vertikallage Halt machen kann, sondern so oft »über das Ziel hinausschießen« muß, bis endlich die Ruhelage erreicht wird. Es sind zwei verschiedene Ursachen für das Zustandekommen der geotropischen Überkrümmung anzuführen.[1] Erstens wird sich bei der geotropischen Aufkrümmung, während der obere Teil des Stiels bereits die Vertikalstellung erreicht hat, die untere Partie der gekrümmten Region noch in einer günstigen Reizlage befinden und sich ohne Rücksicht auf die obere Stielregion selbständig emporkrümmen müssen,

[1] Vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie (2. Aufl.), II, p. 654.

wenn keine gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Querzonen stattfindet. Dabei wird natürlich die oberste Stielpartie aus der Vertikallage hinausgedreht werden; die dadurch hervorgerufene Ablenkung der oberen Stielregion aus der Vertikalen wird jedoch von dieser bald als Reiz empfunden, der eine entgegengesetzte Krümmungsbewegung im oberen Teile des Stiels veranlaßt. Auf diese Weise kommt dann eine mehr oder weniger stark ausgeprägte S-Form der Krümmungsregion zustande, deren obere Krümmung sich jedoch im Verlaufe der Reaktion wieder gerade streckt. Zur Klarlegung dieser Verhältnisse wurde bei einem kräftigen Fruchtkörper (Stadium der Sporenaussaat) vor Beginn der Horizontallegung der Hut vorsichtig entfernt und der Krümmungsverlauf genau verfolgt. In Fig. 14 sind die für den jetzigen Zweck in Betracht kommenden Krümmungsstadien dargestellt. Im Stadium II liegt die Zone der stärksten Krümmung noch annähernd im Niveau der ungekrümmten unteren Stielregion; im Stadium III dagegen ist die Zone der stärksten Krümmung durch die Aufkrümmung der unterhalb gelegenen, noch wachstumsfähigen Stielpartie so weit in die Höhe gehoben worden, daß die obere Stielregion aus der Vertikalen herausgerückt wurde. Der zweite Faktor, welcher für das Zustandekommen der Überkrümmung in Frage kommt, ist die Nachwirkung des geotropischen Reizes. Doch ist diese bei den Fruchtkörperstielen so gering, daß sie für das Zustandekommen der so stark ausgeprägten Überkrümmungserscheinungen nicht in Betracht kommt.

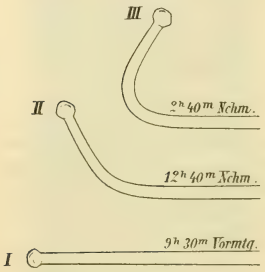


Fig. 14.
Geotropische Überkrümmung eines Fruchtkörperstiels (nach Wegnahme des Hutes).

In biologischer Hinsicht ist die Erscheinung der Überkrümmung, wie wir sie etwa aus Fig. 12, *f* ersehen konnten, für die im Stadium der Sporenaussaat befindlichen Fruchtkörper entschieden eine unzweckmäßige Verzögerung der Einstellung in die zur Aussaat günstigste Hutlage. Doch muß

man bedenken, daß die bei den Experimenten gewählte Horizontallage des Fruchtkörperstiels ein Ausnahmezustand ist, der in der Natur nur höchst selten vorkommen wird. Ein geotropisches Aufkrümmen aus der Horizontalen kann bei normalen Lebensbedingungen der Fruchtkörper nur in jenen Fällen vorkommen, wo die jungen Fruchtkörper infolge der Einwirkung des Lichtes in horizontaler Stellung aus dem (vertikal stehenden) Substrat hervorbrechen. Beim Auftreten der geotropischen Empfindlichkeit muß natürlich ein allmähliches Aufkrümmen des oberen Stielteils bis zur Vertikalstellung erfolgen. Aber in diesen Fällen ist der ganze Aufkrümmungsprozeß längst beendet, wenn die Sporenaussaat beginnt. Die geotropische Überkrümmung kommt aber unter normalen Verhältnissen bei reifen Fruchtkörpern, deren Hüte sich in der Aussaatstellung befinden, als verzögernder Faktor überhaupt nicht in Betracht, wenn Ungleichheiten im Längenwachstum des Fruchtkörperstiels relativ geringfügige geotropische Korrektionsbewegungen erforderlich machen. Für einen etwa zufällig von einem Tier umgerissenen Fruchtkörper im Stadium der Sporenaussaat ist jedoch eine wenn auch etwas verzögerte Aufrichtung immerhin ein ausreichender Erfolg. Betrachtet man die Erscheinung der Überkrümmung vom physiologischen Standpunkte aus, so ergibt sie sich als unvermeidliche Nebenerscheinung bei der Aufkrümmung aller geotropisch empfindlichen Organe mit langer Krümmungszone, bei welchen Perzeptionszone und Reaktionszone nicht voneinander getrennt sind und eine Reizleitung in longitudinaler Richtung nicht vorhanden ist. Das Vorhandensein einer so stark ausgeprägten geotropischen Überkrümmung lehrt somit für die Fruchtkörper von *Coprinus stiriacus*, daß jede einzelne Querzone des Fruchtkörperstiels als selbständiges geotropisches Organ reagiert und daß eine gegenseitige Beeinflussung der Krümmung benachbarter Querzonen durch Übermittlung von geotropischen Erregungszuständen nicht vorhanden sein kann.

Die Fruchtkörperstiele von *Coprinus stiriacus* brauchen in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden lang, um nach dem Horizontallegen die Vertikalstellung wieder zu erreichen. Junge Fruchtkörper brauchen länger als solche,

welche sich im Stadium kurz vor dem Beginn der Sporenaussaat oder im Verlaufe derselben befinden. Es zeigte sich ein vollständiger Parallelismus zwischen der zur vollständigen Aufrichtung erforderlichen Zeit und der für die verschiedenen Entwicklungsstadien der Fruchtkörper nachgewiesenen Reaktionszeit. Junge Fruchtkörper brauchten bis zum ersten Erreichen der Vertikalstellung der Hutachse bis 5 Stunden,[1] Fruchtkörper im Stadium der lebhaftesten Sporenaussaat 2 bis $2^1/_2$ Stunden, während sich bei älteren Fruchtkörpern, deren Sporenaussaat fast beendet war, eine auffallende Verzögerung der Aufrichtung bemerkbar machte, so daß in einem solchen Falle der Fruchtkörper $6^1/_2$ Stunden zu seiner Aufrichtung brauchte. Ist die Sporenaussaat eben beendet, dann krümmen sich beim Horizontallegen die Fruchtkörperstiele meist noch etwas auf, erreichen aber nicht mehr die Vertikalstellung. Diese Unterschiede in der Größe der zur Aufrichtung erforderlichen Zeit sind ohne weiteres aus der Biologie der Fruchtkörper verständlich.

c) Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele während der geotropischen Krümmung.

α) Die Gesamtzuwächse der beiden antagonistischen Flanken und die Wachstumsschnelligkeit der Mittellinie.

Um die Größe der bei der geotropischen Krümmung auftretenden Differenz zwischen den Wachstumsgeschwindigkeiten der Oberseite und Unterseite für die einzelnen Stadien der Aufkrümmung zu ermitteln, brachte ich zur leichteren Orientierung an dem Fruchtkörperstiel einige Tuschemarken an und zeichnete nach dem Horizontallegen die gekrümmte Stielpartie (unter Berücksichtigung der Marken) in verschiedenen Krümmungsstadien mittels eines an dem Mikroskop angebrachten Zeichenprismas bei schwacher Vergrößerung möglichst

[1] Bei der Ermittlung der für das vollständige Aufkrümmen junger Fruchtkörper erforderlichen Zeit können ähnliche Fehler unterlaufen, wie bei der Bestimmung der Reaktionszeit dieser Fruchtkörper (siehe früher p. 611).

sorgfältig in der Seitenansicht auf Karton. Durch das Ausschneiden der so erhaltenen Zeichnungen bekam ich Modelle der gekrümmten Stiele (in elffacher Vergrößerung), an welchen sich die antagonistischen Flanken leicht durch Anlegen von Millimeterpapier messen ließen. Für die folgende Tabelle sind die so erhaltenen Zuwachswerte entsprechend der erwähnten Vergrößerung auf das wirkliche Ausmaß umgerechnet worden.

Versuch.

Versuchsobjekt: Fruchtkörper im Stadium der Sporenaussaat.

		Fruchtkörperstiel				
		in normaler Weise nach aufwärts wachsend	horizontal gelegt, im Verlauf der geotropischen Aufkrümmung			
		in der Zeit				
		12 bis 2^h	2 bis 4^h	4 bis 6^h	6 bis 8^h	8 bis 10^h
Längenzuwächse	Obere Flanke (gemessen)	1·9 *mm*	2·4 *mm*	1·0 *mm*	0·3 *mm*	0·7 *mm*
	Untere Flanke (gemessen)	1·9 *mm*	3·2 *mm*	1·9 *mm*	0·9 *mm*	0·5 *mm*
	Mittellinie (errechnet)	1·9 *mm*	2·8 *mm*	1·4 *mm*	0·6 *mm*	0·6 *mm*

Anmerkung. Um 4^h betrug die Aufkrümmung 45°, um 6^h 80°, um 8^h abends 110° (Überkrümmung) und um 10^h 92°.

In obigem Versuche wurde zunächst für einen Zeitraum von zwei Stunden die Größe des Gesamtzuwachses am aufrecht wachsenden Fruchtkörperstiele bestimmt. Würde der

Fruchtkörper weiter in dieser Stellung belassen worden sein, so wäre die Schnelligkeit seines Längenwachstums entweder noch einige Zeit gleich groß geblieben oder es wäre eine Verzögerung desselben in der folgenden Zeit zu bemerken gewesen, da sich der Fruchtkörper bereits im Stadium der Sporenaussaat befand.[1] Nach dem Horizontallegen zeigte aber dieser Fruchtkörperstiel[2] gleich in den folgenden zwei Stunden eine bedeutende Beschleunigung des Längenwachstums beider Flanken. Die Wachstumsschnelligkeit der Mittellinie war in dieser Zeit um die Hälfte größer als beim Wachstum des Fruchtkörperstiels in aufrechter Stellung. In den nächsten Stunden zeigte sich eine kontinuierliche Abnahme der Geschwindigkeit des Mittelwachstums. Interessant ist noch das Verhalten der oberen Flanke. Die Zuwächse betragen an dieser nach dem Horizontallegen in den aufeinander folgenden Doppelstunden 2·4, 1·0, 0·3, **0·7** *mm*. Während die geotropische Krümmung bis zur Überkrümmung fortschreitet, nimmt also die Wachstumsschnelligkeit der Oberseite allmählich ab, um dann sogleich wieder zuzunehmen, sobald die Rückkrümmung der überkrümmten Stielpartie einsetzt. Die Erklärung für das Zustandekommen dieser Geschwindigkeitsänderung soll im Abschnitt über die Krümmungsmechanik erfolgen.

Die soeben geschilderten Wachstumsverhältnisse entsprechen dem von Luxburg[3] für Sprosse von *Tradescantia* und andere Gelenksprosse nachgewiesenen Verhalten der antagonistischen Flanken, beziehungsweise des Mittelwachstums. Auch an diesen Objekten zeigte sich bei der geotropischen

[1] In diesem Stadium befindet sich, wie ich nachgewiesen habe, der Fruchtkörperstiel hinsichtlich seiner Wachstumsschnelligkeit bereits im absteigenden Ast der großen Periode seines Längenwachstums. Das Stadium der raschesten Stielstreckung geht der Sporenreife voraus.

[2] Vor dem Horizontallegen wurden die seitlichen Hutpartien sorgfältig entfernt, was sich ohne Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit durchführen läßt, da Wundschockwirkungen, wie ich bereits wiederholt hervorgehoben habe, sich niemals bemerkbar machen.

[3] Luxburg, Graf H., Untersuchungen über den Wachstumsverlauf bei der geotropistischen Bewegung, p. 431 und 434 (Pringsheims Jahrbücher f. wiss. Bot., 41. Bd., 1905).

Krümmung eine auffallende Beschleunigung des Wachstums der Mittellinie.

β) Die Verteilung der Wachstumsgeschwindigkeit bezüglich der einzelnen Querzonen während der geotropischen Krümmung.

Um auch über die Verteilung des Längenwachstums bei der geotropischen Krümmung Aufschlüsse zu erhalten, habe ich nach der bereits bei der Untersuchung des normalen Längenwachstums angewendeten Methode Messungen der in den einzelnen Querzonen vorhandenen Zuwächse vorgenommen. Dabei habe ich gefunden, daß auf der unteren Flanke die Verteilung des Längenwachstums hinsichtlich der Wachstumsintensität der aufeinander folgenden Querzonen die gleiche ist wie beim normalen Längenwachstum: Die Zone des stärksten Längenwachstums liegt etwas über der Mitte der wachsenden Region, wobei von dieser Zone aus die Intensität des Längenwachstums gleichmäßig gegen die beiden Enden der wachsenden Region abnimmt. Anders verhält sich jedoch in dieser Hinsicht die obere Flanke. Hier konnte ich beobachten, daß im Verlauf der geotropischen Krümmung sich allmählich etwa in der Mitte der wachsenden Region eine Wachstumsverminderung geltend macht, während oberhalb und unterhalb dieser Zone die anfängliche Verteilung der Wachstumsintensität keine nennenswerte Veränderung erfährt. Zur Erläuterung des soeben Gesagten sollen die beiden folgenden Beispiele dienen.

Beispiel I.

Krümmung eben bemerkbar.

Querzonen der wachsenden Region (bezeichnet in der Richtung Hut—Stielbasis)	Zuwächse der Oberseite	Zuwächse der Unterseite	
I	0	0	% der anfänglichen Länge
II	5·5	6·7	» » » »
III	8·3	11·1	» » » »
IV	6·2	14·3	» » » »
V	5·3	13·3	» » » »
VI	7·7	10·3	» » » »
VII	3·7	6·2	» » » »

Beispiel II.

Vertikalstellung der oberen Stielpartie eben erreicht.

Querzonen der wachsenden Region	Zuwächse der Oberseite	Zuwächse der Unterseite	
I	0	0	% der anfänglichen Länge
II	8·4	9·8	» » » »
III	34·4	43·7	» » » »
IV	17·6	44·4	» » » »
V	4·6	41·2	» » » »
VI	0·0	27·0	» » » »
VII	6·7	15·6	» » » »
VIII	9·7	2·6	» » » «
IX	0·0	2·8	» » » »

Die lokale Wachstumshemmung der oberen Flanke erklärt sich auf dieselbe Weise wie die Erscheinung, daß sich bei der geotropischen Aufkrümmung verschiedener Organe (z. B. Blattknoten der Gräser) die Epidermis der Oberseite in Querfalten legt. Im vorliegenden Falle bewirkt der bei der Aufkrümmung an der Oberseite entstehende longitudinale Druck anfangs nur eine Wachstumshemmung (Beispiel I), während er später (Beispiel II) sogar zu einer lokalen Längskompression der oberseitigen Hyphen führt, so daß es in dem zweiten Beispiel den Anschein bekommt, als ob Zone VI der Oberseite überhaupt nicht in die Länge gewachsen wäre.

d) **Der Einfluß der Hutlast auf die geotropische Krümmung der Fruchtkörperstiele.**

Bei der Beschreibung des geotropischen Krümmungsvorganges habe ich bis jetzt einen Faktor unerörtert gelassen, der besonders bei der von mir benützten Methode der Reaktionszeitbestimmung in Betracht gezogen werden muß: den Einfluß der Hutlast auf die geotropische Krümmung. Am besten zeigt sich derselbe bei älteren Fruchtkörpern. Wenn man einen langstieligen Fruchtkörper in der Zeit der Sporenaussaat an seinem unteren Ende in horizontaler Lage befestigt, so biegt sich der Fruchtkörperstiel infolge der Lastwirkung des Hutes sofort in

einem flachen Bogen nach abwärts. Die Folge davon ist eine Vermehrung der (der normalen Gewebespannung entsprechenden) longitudinalen Zugspannung der peripheren Hyphen der Oberseite und eine Verminderung der diesbezüglichen Spannung an der Unterseite. Nach dem Horizontallegen des Fruchtkörpers müßte das Längenwachstum des Stiels zunächst so lange unverändert weiter laufen, bis die geotropische Reaktion eintritt, wenn sich nicht die eben erwähnten Veränderungen in der Gewebespannung noch vor diesem Zeitpunkt bereits im Längenwachstum des Stiels geltend machen würden. Man kann schon mit freiem Auge, aber noch deutlicher bei mikroskopischer Betrachtung wahrnehmen, daß sich die Hutspitze anfangs infolge des durch die Hutlast ausgelösten Krümmungswachstums des Stiels fortwährend langsam senkt, was auch noch weiter andauert, wenn sich bereits der obere Teil des Fruchtkörperstiels geotropisch nach aufwärts zu krümmen beginnt. Schließlich wird aber die geotropische Krümmungsbewegung immer lebhafter, bis trotz der weiter dauernden Senkung des unteren Teiles der wachsenden Region die geotropische Bewegung die Oberhand bekommt und die Hutspitze sich zu heben beginnt. Das durch die Last des Hutes verursachte Krümmungswachstum des Stiels wird sich naturgemäß dort am meisten geltend machen, wo die Hebelwirkung der Last am größten und die geotropische Krümmungsfähigkeit des Stiels am geringsten ist. Deshalb ist die durch die Last hervorgerufene Krümmung im basalen Teile der Wachstumsregion am besten ausgeprägt. Diese Lastkrümmung ist auch in der Fig. 12 (auf p. 612) zu bemerken, wo sich im Verlauf der geotropischen Reaktion die im unteren Teile der Wachstumsregion schon anfangs vorhanden gewesene leichte Krümmung deutlich verstärkt hat.

Den Anteil der Lastwirkung an der Krümmungsform eines sich geotropisch aufrichtenden Fruchtkörperstiels kann man leicht dadurch gleichsam vergrößert zur Anschauung bringen, daß man die Hutlast durch Anbringung eines Gewichtes an der Hutspitze vermehrt. Ein solcher Versuch ist in Fig. 15 dargestellt. Fig. 15 *a* zeigt den horizontal gelegten Frucht-

körper, wobei die durch die Hutlast bewirkte (physikalische) Senkung des oberen Stielteils gut zu sehen ist. Nasse Watte, welche über der Stielbasis angebracht ist, sorgt für die nötige Wasserzufuhr. An der Hutspitze ist zur leichteren Orientierung

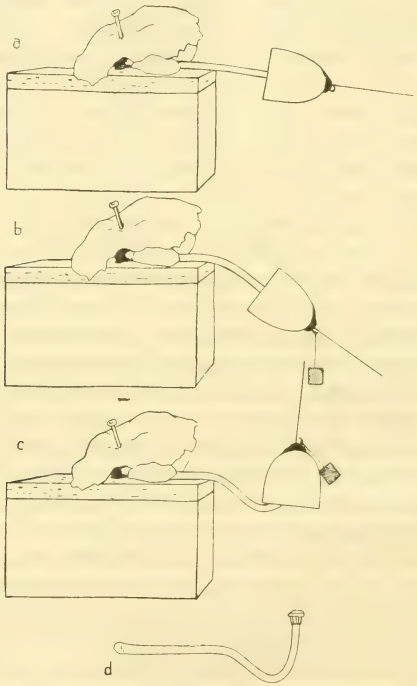


Fig. 15.
Experiment zur Veranschaulichung der Wirkung der Hutlast auf die Form der geotropischen Stielkrümmung.

(mit Gläserkitt) eine Glaskapillare befestigt worden, desgleichen die zum Einhängen des Gewichtes dienende Glasöse. Fig. 15 *b* zeigt denselben Fruchtkörper kurz nach Anhängung des Gewichtes, das etwa zwei Dritteln des Hutgewichtes entsprach. In Fig. 15 *c* sieht man den Fruchtkörper, nachdem die Vertikalstellung des oberen Stielteils fast erreicht war. Die in Fig. 15 *c*

sichtbare Krümmungsform blieb unverändert erhalten, als der Fruchtkörper vom Gewicht befreit und von der Unterlage herabgenommen worden war (Fig. 15 *d*, nach Entfernung des Hutes). Damit ist erwiesen, daß in diesem Falle die Vermehrung der Hutlast zu einer besonderen Wachstumsveränderung Anlaß gegeben hat.

Aus dem Gesagten ergibt sich deshalb die Notwendigkeit, bei Bestimmung der Reaktionszeit mit Hilfe des Horizontalmikroskopes die Fruchtkörperstiele in ihrem oberen Teile zu unterstützen, um die durch die Hutlast bewirkte Wachstumsbewegung zu verhindern. Nach vielfachen Versuchen erwies sich zu diesem Zwecke die früher (p. 607 dieser Arbeit) beschriebene Unterstützung der Stiele über der Zone des stärksten Längenwachstums als vollkommen ausreichend. Ist die Versuchsanordnung gut getroffen, so darf nach dem Horizontallegen die Spitze des am Hute angebrachten Zeigers zunächst nur in der Horizontalen weiterwandern und auch bei der mikroskopischen Betrachtung keine einer Senkung entsprechende Aufwärtsbewegung zeigen.

e) Die Mechanik der geotropischen Krümmung.

Als Voraussetzung zu meiner im folgenden gegebenen Auffassung der geotropischen Krümmungsmechanik soll zunächst der Nachweis dreier Tatsachen gebracht werden, nämlich daß 1. jeder Hyphe der Stielrinde die Fähigkeit zur selbständigen Ausführung der geotropischen Krümmung zukommt, 2. daß im unverletzten Fruchtkörperstiel die inneren Rindenhyphen das zur Ausführung der geotropischen Krümmung nötige Bewegungsgewebe darstellen, und daß 3. eine gegenseitige mechanische Beeinflussung der Stielhyphen hinsichtlich der Intensität ihres Längenwachstums vorhanden ist.

Zerschneidet man einen Fruchtkörperstiel durch parallel zur Längsachse geführte Schnitte in einige Lamellen, so vollführt nach dem Horizontallegen jede einzelne isolierte Lamelle selbständig die geotropische Krümmung. Dabei ist es gleichgültig, ob die Schnittflächen horizontal oder vertikal zu liegen kommen, sowie ob die peripheren Rindenhyphen oben, unten oder seitwärts die Lamelle begrenzen. Auch ganz dünne Streifen,

welche der Peripherie des Stiels entnommen werden, krümmen sich selbständig sogar entgegen dem Sinne der Gewebespannung geotropisch nach aufwärts. Daraus ergibt sich ohne weiteres die geotropische Selbständigkeit der einzelnen Rindenhyphen. Bei diesen Operationen konnte ich bemerken, daß sich von den Schnittflächen aus keine Wundschockwirkung auf die benachbarten Hyphen geltend macht. Die Tatsache, daß jeder Stielhyphe die Fähigkeit zur geotropischen Aufkrümmung zukommt, wurde bereits 1863 von Hofmeister[1] aus Lamellenversuchen mit *Amanita*-Strünken erkannt. Es dürfte sich demnach um eine Eigenschaft handeln, welche den Rindenhyphen der Stiele aller Hutpilze zukommt.

Eine größere Anzahl von Lamellenversuchen habe ich an Stielen (Fruchtkörper im Stadium der beginnenden Sporenaussaat) in der Weise angestellt, wie es aus Fig. 16 ersichtlich ist. Spaltet man einen Fruchtkörperstiel bis zur Hälfte (oder noch weiter gegen die Stielbasis) in zwei gleich dicke Teilstücke und legt man ihn hierauf derart horizontal, daß die beiden auseinanderspreizenden Spaltstücke übereinander zu liegen kommen, so krümmen sich beide Teile, wie schon nach obigen Versuchen selbstverständlich, nach aufwärts (Fig. 16 *a*). Die Krümmung ging in dem gezeichneten Versuch so lebhaft vor sich, daß sich (besonders am oberen Teilstück) eine schön ausgeprägte Überkrümmung bemerkbar machte. Dasselbe ist natürlich auch der Fall, wenn die beiden Teilstücke verschieden dick sind (Fig. 16 *b*). Dabei zeigt sich aber die interessante Tatsache, daß nach dem Ablauf der geotropischen Krümmung die dünnere (periphere) Stielhälfte hinter der dickeren an Länge bedeutend zurückgeblieben ist. Um das Zurückbleiben der Länge eines dünnen, der Stielperipherie angehörigen Streifens besser zur Anschauung zu bringen, empfiehlt es sich, den letzteren nach dem Abspalten unter Anwendung der nötigen Vorsicht leicht an den Strunk anzudrücken, nachdem man zuvor die Schnittfläche etwas mit Wasser befeuchtet hat. Sorgt man für hinreichende Wasser-

[1] Über die durch die Schwerkraft bedingten Richtungen von Pflanzenteilen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1863, Bd. 3, p. 93.

zufuhr zur Schnittfläche, so bleibt die dünne Lamelle während des ganzen Krümmungsvorganges am Fruchtkörperstiel haften, ohne daß jedoch eine Verwachsung der beiden Teilstücke eintritt. Legt man die so operierten Stiele dann derart auf feuchten Sand, daß die Schnittflächen horizontal orientiert sind, so ergeben sich nach Vollendung der Aufkrümmung die in

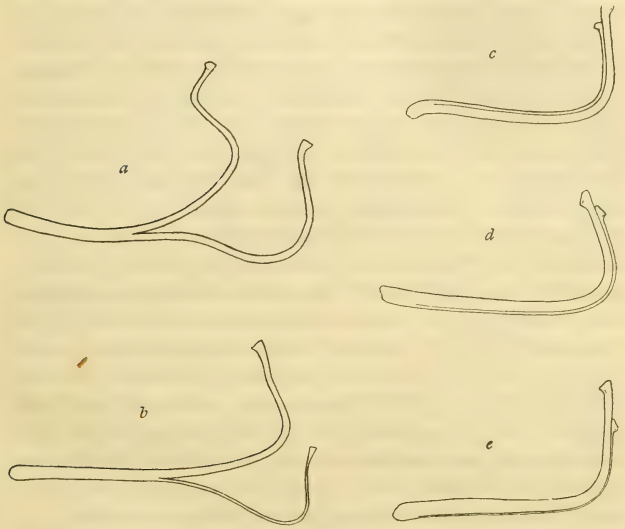


Fig. 16.

Geotropische Aufkrümmung gespaltener Fruchtkörperstiele.

Fig. 16 *c* bis *e* dargestellten Verhältnisse. Gleichgültig, ob die periphere Lamelle oben oder unten zu liegen kommt, bleibt sie stets bedeutend im Längenwachstum zurück (Fig. 16 *c*, *d*). Fig. 16 *e* zeigt den Versuch bei Abspaltung einer möglichst dünnen Lamelle: das Zurückbleiben im Längenwachstum ist hier noch auffallender. Ich habe nun analog den bei der Mechanik des normalen Längenwachstums (p. 592) geschilderten Versuchen auch hier bei einer Anzahl der in der zuletzt beschriebenen Weise operierten Strünke vor dem Horizontallegen eine das

obere Stielende fest umschließende Kappe aus Gläserkitt angebracht. Dann erfolgte die Aufkrümmung der beiden ungleichen, aber nunmehr mechanisch fest verbundenen Teilhälften wie am unverletzten Stiele, wenn die abgetrennte dünne Lamelle die Unterseite des sich aufkrümmenden Strunkes bildete. Ein Reißen der dünnen Lamelle habe ich hierbei niemals beobachtet. Es wurde demnach die periphere Lamelle bei ihrer Aufkrümmung durch den auf sie von seiten der übrigen Stielpartie ausgeübten Längszug so sehr im Längenwachstum gefördert, daß sie in normaler Weise dem Längenwachstum des anderen Teiles folgen konnte. Daß es sich in diesen Fällen wirklich nur um den Einfluß des Längszuges und nicht etwa um Reizübertragung auf einer regenerierten Leitungsbahn handelt, habe ich in derselben Weise wie bei den auf p. 594 geschilderten Versuchen durch Einlegen von Papier u. a. zwischen die beiden Teilstücke nachgewiesen. Kam dagegen die abgetrennte dünne Lamelle auf die Stieloberseite zu liegen, dann spannte sie sich im Verlauf der geotropischen Krümmung gleich einer straff gespannten oder auch gelockerten Bogensehne zwischen dem basalen Ende des Schnittes und der Kittkappe aus; sie mußte auf der Stieloberseite im Längenwachstum zurückbleiben, da hier kein Längszug auf sie einwirken konnte. Aus diesen Tatsachen ergibt sich, daß die inneren Rindenhyphen das Bewegungsgewebe für die geotropische Krümmung darstellen.

Die für das normale Längenwachstum der Fruchtkörperstiele nachgewiesene gegenseitige mechanische Beeinflussung der Rindenhyphen hinsichtlich ihrer Wachstumsintensität gibt also auch für dasjenige Längenwachstum, welches zur geotropischen Aufkrümmung führt. Auch hier ist das Längenwachstum der peripheren Stielhyphen zum größten Teil ein passives. Dies zeigt sich auch noch aus anderen Tatsachen als den oben geschilderten Lamellenversuchen. Ich habe schon früher gezeigt, daß die obere Stielflanke bei der geotropischen Krümmung eine lokale Längskompression aufweist (p. 620 dieser Arbeit), während sich an den peripheren Hyphen der unteren Stielflanke eine bedeutende Zug-

wirkung geltend macht. Diese Zugwirkung läßt sich an der unteren Flanke besonders schön dadurch nachweisen, daß man den Fruchtkörper so orientiert, daß die Hutspitze schräg nach abwärts gerichtet ist; bei der geotropischen Krümmung tritt dann meistens ein Zerreißen der Konvexseite ein, so daß der Markraum hierdurch oft an einer großen Stelle geöffnet wird (siehe Fig. 17). Dieses Zerreißen erfolgt dadurch, daß beim gesteigerten Längenwachstum der inneren Rindenhyphen die Wände der peripheren Hyphen so weit gedehnt werden, daß sie mit einem plötzlichen Ruck ihren Zusammenhang aufgeben, wobei dann die benachbarten inneren Stielhyphen mitzerrissen werden. Dieses Zerreißen der peripheren Stielhyphen bei der geotropischen Krümmung invers gestellter Fruchtkörper ist schon seit langem bekannt; schon Hofmeister hat diese Erscheinung an Strünken von *Amanita muscaria* und *phalloidea* beobachtet und in richtiger Weise auf obige Ursache zurückgeführt.[1] Das Verhalten der Stiele größerer Fruchtkörper ist insofern charakteristischer als das Verhalten der *Coprinus*-Strünke, weil in ersterem Falle das Einreißen meist auf die peripher gelegenen, weniger dehnbaren Hyphen der Stielrinde beschränkt bleibt.

Fig. 17.

Aufgerissene Partie der Stielunterseite bei der geotropischen Krümmung eines schräg nach abwärts orientierten Fruchtkörperstiels (vergrößert).

Die geotropische Krümmung geht demnach in folgender Weise vor sich: Kommt ein aufrecht wachsender Fruchtkörperstiel durch irgendwelche Umstände aus der Ruhelage heraus, so wird durch den einseitig wirkenden Schwerkraftreiz in allen Hyphen der Stielrinde zunächst ein beschleunigtes Längenwachstum ausgelöst, wobei die oberen Flanken der einzelnen Hyphen weniger stark beschleunigt werden wie die unteren. Da die Wände der Stielhyphen selbst bei starkem

[1] A. a. O., p. 93.

Turgor noch eine hinreichende Elastizität besitzen, so wird, trotzdem sich die Hyphen in einem gegenseitigen festen Verbande befinden, eine schwache geotropische Krümmung zustande kommen. Diese schwache Krümmung bringt es mit sich, daß sofort auf der Unterseite des Fruchtkörperstiels eine Vermehrung des an der Peripherie vorhandenen longitudinalen Zuges eintritt, auf der Oberseite dagegen eine Verminderung desselben. Jede Veränderung des Längszuges hat aber, wie schon früher gezeigt wurde, eine entsprechende Veränderung der Wachstumsintensität der betreffenden Hyphen zur Folge. Es werden demnach die Hyphen der oberen Stielflanke in der anfänglichen Wachstumsbeschleunigung allmählich zurückgehalten, während an der unteren Stielflanke ein verstärktes Längenwachstum ausgelöst wird. Beim geotropischen Krümmungsvorgang dienen, wie erwähnt, die inneren Rindenhyphen als Bewegungsgewebe. Naturgemäß müssen sich auch in diesem die unvermeidlichen antagonistischen Veränderungen der Längsspannung einstellen, wobei nach dem früher Gesagten auch hier die Spannungsverschiedenheiten durch entsprechende Wachstumsvorgänge wieder ausgeglichen werden. Je weiter die Aufkrümmung fortschreitet, desto mehr nimmt die Wachstumsbeschleunigung der Mittellinie des Stiels ab, desto ausgiebiger werden die Hyphen der oberen Stielflanke im Längenwachstum gehemmt, die der unteren Stielflanke gefördert. Das geht so weit, daß auf der Oberseite, besonders bei der geotropischen Überkrümmung, sogar eine vorübergehende lokale Kompression in der Längsrichtung der Hyphen zustande kommt, während auf der Unterseite eine so starke Dehnung der peripheren Hyphen eintritt, daß bei schräg nach abwärts orientierten Fruchtkörperstielen sogar ein Zerreißen derselben zu beobachten ist. In diesem Falle können die peripheren Hyphen der Unterseite der immer stärker werdenden Membrandehnung nicht mehr durch ein verstärktes Längenwachstum folgen, so daß ein Überschreiten der Festigkeit der Membranen nicht mehr vermieden werden kann.

Mit dieser Auffassung des Krümmungsvorganges ohne die Annahme einer Reizleitung zwischen den einzelnen Hyphen des Stiels ist naturgemäß noch nicht bewiesen, daß

eine solche Reizleitung auch wirklich fehlt. Über das Fehlen oder Vorhandensein einer Reizleitung in radialer oder tangentialer Richtung läßt sich aus den von mir gefundenen Tatsachen für das vorliegende Objekt kein Anhaltspunkt gewinnen. Da aber die Auffassung von der gegenseitigen mechanischen Beeinflussung für diesen Fall überaus naheliegend ist und die zu einer solchen Annahme nötigen Voraussetzungen vorhanden sind, habe ich obige einfache Erklärungsweise jeder anderen vorgezogen, welche unbeweisbare Voraussetzungen zu Hilfe nehmen müßte.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele.

Wenn sich die Fruchtkörperstiele im geotropischen Stadium befinden (d. i. kurz vor oder während der Sporenaussaat), erfolgt ihr Längenwachstum intercalar, wobei die Wachstumszone auf die obere Region des Fruchtkörperstiels beschränkt ist. Sowohl die relative als auch die absolute Länge der Wachstumszone ist verschieden, je nachdem der Fruchtkörper mehr oder weniger weit in der Entwicklung vorgeschritten ist. Je mehr sich der Fruchtkörper dem Stadium der Sporenreife nähert, je weiter die Aussaat vor sich gegangen ist, desto kürzer ist die Wachstumszone. Das Längenwachstum erfolgt durch Streckung der Hyphenglieder ohne Einschaltung neuer Querwände. Die Zone des stärksten Längenwachstums liegt etwas über der Mitte der Wachstumszone des Fruchtkörperstiels. Von der Zone des stärksten Längenwachstums nimmt die Wachstumsintensität der einzelnen Querzonen rascher gegen die Stielspitze und langsamer gegen die Stielbasis zu ab.

Der Turgordruck der wachsenden Region beträgt 2·1 bis 2·8 Atmosphären. Dieser geringe osmotische Druck vermag infolge der außerordentlich großen Dehnbarkeit der Hyphenlängswände eine Membrandehnung hervorzurufen, welche in der Zone des stärksten Längenwachstums (an jungen Fruchtkörperstielen) bis zu 66% betragen kann. Je mehr sich das noch wachsende Rindengewebe dem wachstumslosen Zustande

nähert, desto geringer wird die elastische Dehnung (Turgordehnung) der Hyphenlängswände. Dies zeigt sich sowohl an verschieden alten Fruchtkörpern als auch an einem und demselben Fruchtkörperstiele in den Zonen verschiedener Wachstumsintensität. Auch in radiärer Richtung habe ich in der Stielrinde Unterschiede hinsichtlich der Turgordehnung nachgewiesen: die äußeren Hyphen sind weniger stark gedehnt als die inneren, was ich auf Unterschiede in der Dehnbarkeit der betreffenden Hyphen zurückgeführt habe. Am unverletzten Fruchtkörperstiele befinden sich nun diese mit verschieden dehnbaren Längswänden ausgestatteten Rindengewebepartien in verschiedenen longitudinalen Spannungszuständen: die peripheren Rindenhyphen befinden sich in Zugspannung, die inneren Rindenhyphen in Druckspannung. Spaltet man einen Fruchtkörper durch radiäre Längsschnitte in mehrere Stücke, so krümmt sich jedes derselben dementsprechend nach außen.

Zwischen den erwähnten Verschiedenheiten in der Dehnbarkeit der Hyphenlängswände und der Schnelligkeit des Längenwachstums der betreffenden Hyphen herrscht ein vollkommener Parallelismus. Die Hyphen mit stärker dehnbaren Längswänden wachsen schneller als die Hyphen mit weniger dehnbaren Längswänden. Dies gilt für die einzelnen Rindenhyphen aber nur dann in vollem Ausmaße, wenn sie ihr Längenwachstum unbeeinflußt von den Nachbarhyphen, also isoliert ausführen können. Ein isoliertes, von zwei radialen Längsschnitten begrenztes Spaltstück eines Fruchtkörperstiels wächst in Wasser von gewöhnlicher Zimmertemperatur ungestört weiter und rollt sich dabei uhrfederartig (nach außen) ein: Die inneren Rindenhyphen wachsen schneller als die äußeren. (In Wasser von 0° C. wird das Längenwachstum sistiert und die Einrollung unterbleibt, ohne daß durch diese niedere Temperatur die Zellen sonst irgendwelchen Schaden nehmen.) An unversehrten Fruchtkörperstielen werden also die inneren Rindenhyphen durch die langsamer wachsenden äußeren Rindenhyphen in ihrem Längenwachstum zurückgehalten. Durch Lamellenversuche läßt sich leicht zeigen, daß aber auch die

äußeren Rindenhyphen in der Schnelligkeit ihres Längenwachstums von den inneren Rindenhyphen abhängen: dünne, von der Stielperipherie sorgfältig abgetrennte Rindenlamellen wachsen für sich allein bedeutend langsamer als im Verband mit den Hyphen der inneren Stielrinde. Entsprechende Experimente haben ergeben, daß diese gegenseitige Beeinflussung der Hyphen auf rein mechanischem Wege vor sich geht, indem jeder longitudinale Zug, der auf die wachsenden Rindenhyphen ausgeübt wird, ihr Längenwachstum fördert, wogegen jeder in der Längsrichtung der Hyphen wirkende Druck (Widerstand) die Wachstumsschnelligkeit der Hyphen herabsetzt. Schließlich sei noch erwähnt, daß es mir möglich war, durch einen in der Längsrichtung der Hyphen ausgeübten Zug das Längenwachstum des Stiels eines unverletzten Fruchtkörpers auf das Doppelte zu erhöhen, ohne daß sich hierbei vorher eine transitorische Wachstumshemmung einstellte.

2. Der Geotropismus der Fruchtkörperstiele.

In den ersten Abschnitten der Entwicklung sind die Fruchtkörperstiele ageotropisch. Sie folgen in diesen Stadien bezüglich ihrer Wachstumsrichtung dem Lichteinfalle. Im weiteren Verlaufe der Fruchtkörperentwicklung macht sich allmählich der Geotropismus bemerkbar, so daß im Stadium der Sporenreife das obere Ende aller Fruchtkörperstiele und damit die Hutachse vertikal zu stehen kommt. Die Perzeption des Schwerkraftreizes erfolgt im Stiele, und zwar in der Wachstumszone desselben. In dieser Zone findet auch die geotropische Reaktion statt, ohne daß überdies eine Umwandlung von Dauergewebe in wachsendes Gewebe eintritt. Die geotropische Reaktion erstreckt sich wie die Perzeption auf die ganze Länge der Wachstumszone. Die geotropische Reaktionszeit ist in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Fruchtkörper verschieden groß. Sie beträgt im Stadium der Sporenreife im Minimum 3 Minuten, während die Reaktionszeit jüngerer Fruchtkörper mindestens 1 bis 2 Stunden beträgt. Dabei wurde von mir festgestellt,

daß die Reaktionszeit desto kürzer wird, je weiter die Entwicklung des Fruchtkörpers fortschreitet.

Die geotropische Krümmung macht sich in der Zone des stärksten Längenwachstums zuerst bemerkbar. Der Verlauf der geotropischen Krümmung ist der gleiche, wie bei den negativ geotropischen Stengeln mit langer intercalarer Wachstumszone. Auch macht sich im Verlaufe der Krümmung bei den Fruchtkörperstielen von *Coprinus stiriacus* stets eine (oft sehr starke) geotropische Überkrümmung geltend, welche sich allmählich in derselben Weise wieder ausgleicht, wie es bei den Stengeln der Phanerogamen der Fall ist. Die bis zum ersten Erreichen der Vertikalstellung der oberen Stielregion erforderliche Zeit beträgt bei horizontal gelegten Fruchtkörpern im Stadium der Sporenreife 2 bis $2^1/_2$ Stunden, bei jüngeren Fruchtkörpern entsprechend mehr. Gegen Ende der Sporenaussaat macht sich (mit einer Vergrößerung der Reaktionszeit) eine Verzögerung der zur Aufkrümmung erforderlichen Wachstumsbewegung bemerkbar, sodaß in einem solchen Stadium ein horizontal gelegter Fruchtkörper $6^1/_2$ Stunden für seine Aufrichtung benötigte.

Wird ein Fruchtkörperstiel horizontal gelegt, so zeigt sich zunächst, ohne daß eine Veränderung des in den Hyphen vorhandenen osmotischen Druckes eintritt, eine auffallende Beschleunigung des Wachstums der Mittellinie. Diese Wachstumsbeschleunigung ist nur im Beginn der Aufkrümmung vorhanden. Wenn die obere Stielpartie die Vertikalstellung erreicht hat, ist die Wachstumsschnelligkeit der Mittellinie bereits geringer als die kurz vor der geotropischen Reizung vorhandene Wachstumsgeschwindigkeit. Hinsichtlich der Verteilung der Wachstumsintensitäten zeigt die Konvexseite ähnliche Verhältnisse wie beim Längenwachstum des Stiels in aufrechter Stellung. Die Konkavseite dagegen zeigt im Verlauf der Aufkrümmung in der Mitte der wachsenden Region eine Wachstumshemmung. Bei der geotropischen Überkrümmung kann an dieser Stelle sogar eine Längskompression zustande kommen, die sich aber im weiteren Krümmungsverlaufe wieder mehr oder weniger ausgleicht. Schließlich sei noch die Wirkung der Hutlast erwähnt; sie macht sich

beim Horizontallegen der Fruchtkörper als ein die Krümmungsform beeinflussender Faktor geltend, indem sie besonders im unteren Teile der Wachstumszone durch Hervorrufung von Zug- und Druckspannungen entsprechende Wachstumsvorgänge herbeiführt.

Da jede Rindenhyphe, vielleicht nur die »epidermalen« Hyphen ausgenommen, imstande ist, den Schwerkraftreiz zu perzipieren und die geotropische Reaktion selbständig auszuführen, läßt sich der geotropische Krümmungsvorgang leicht ohne Annahme irgendwelcher Reizleitungsvorgänge verständlich machen, wenn man die früher angeführten Tatsachen über die gegenseitige mechanische Wachstumsbeeinflussung der Hyphen berücksichtigt.

INHALT.

Seite

Vorbemerkungen 575

I. Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele 577

1. Die Verteilung der Wachstumsintensitäten am Fruchtkörperstiel . . 577
2. Das Längenwachstum der Hyphenelemente der Stielrinde 579
3. Die Mechanik des Längenwachstums 582

a) Die Turgorverhältnisse der wachsenden Region des Fruchtkörperstiels 582

b) Dehnbarkeit und Festigkeit der Hyphenlängswände des Fruchtkörperstiels. Die Gewebespannung 585

c) Die Beeinflussung des Längenwachstums der einzelnen Rindenhyphen und des gesamten Fruchtkörperstiels durch longitudinalen Zug und Druck 591

α) Einfluß der Gewebespannung auf das Längenwachstum der einzelnen Hyphenpartien der Stielrinde. Lamellenversuche 591

β) Versuch, durch longitudinalen Zug das gesamte Längenwachstum eines unverletzten Fruchtkörperstiels zu beschleunigen 596

γ) Über das künstliche Hervorrufen abnormer Stielkrümmungen durch mechanische Überwindung des Autotropismus. Die Fixierung dieser Krümmungsformen durch das Wachstum 599

II. Der Geotropismus der Fruchtkörperstiele 601

1. Ort der Perzeption und Reaktion 602
2. Der geotropische Krümmungsvorgang 606

a) Die Reaktionszeit 606

b) Der Verlauf der geotropischen Krümmung 611

c) Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele während der geotropischen Krümmung 616

α) Die Gesamtzuwächse der beiden antagonistischen Flanken und die Wachstumsschnelligkeit der Mittellinie 616

β) Die Verteilung der Wachstumsgeschwindigkeit bezüglich der einzelnen Querzonen während der geotropischen Krümmung 619

d) Der Einfluß der Hutlast auf die geotropische Krümmung der Fruchtkörperstiele 620

e) Die Mechanik der geotropischen Krümmung 623

Zusammenfassung der Ergebnisse 629

1. Das Längenwachstum der Fruchtkörperstiele 629
2. Der Geotropismus der Fruchtkörperstiele 631

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. VI. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode).

Zweiter Teil

von

Hans Molisch,
w. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. deutschen Universität in Prag.
Nr. 120 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.)

I.

Vor kurzem habe ich Untersuchungen über eine einfache Methode, Pflanzen zu treiben, veröffentlicht, die im wesentlichen darin besteht, daß man die in der Ruheperiode befindlichen Holzgewächse in Wasser von höherer Temperatur (30 bis 40° C.) untertaucht, darin gewöhnlich 9 bis 12 Stunden beläßt und hierdurch zum raschen Austreiben veranlaßt.

Die Ergebnisse meiner Versuche über diese Treibmethode, deren Anwendung bei verschiedenen Gewächsen ausgezeichnete Erfolge gewährt, habe ich am Schlusse meiner Abhandlung zusammengestellt, weshalb ich darauf einfach verweise.[1] Auch bezüglich der Geschichte, der Literatur und der angewendeten Methodik wolle man meine erste Arbeit[1] über die Warmbadmethode vergleichen.

Während der Jahre 1908 und 1909 habe ich nun weitere Versuche angestellt, die sich auf verschiedene, noch offen

[1] Molisch H., Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Diese Sitzungsber., Bd. CXVII, Abt. I, 1908, p. 87 bis 117.

gelassene Fragen bezogen: so über den eventuellen Ersatz des Wasserbades durch ein entsprechendes Luftbad, über den Einfluß des Warmbades in der Zeit vor dem herbstlichen Laubfall, über Entblätterung von Holzgewächsen in ihrer Beziehung zum Austreiben der Knospen, über das Verhalten gärtnerisch wichtiger Pflanzen gegenüber dem Warmbad, über den Einfluß des Laubades auf Zwiebeln, Knollen und Samen, über die Einwirkung der Kälte und des Temperaturwechsels auf das Treiben der Knospen, und einiges andere.

II.

Bewirkt das Warmbad schon in der Zeit vor dem herbstlichen Laubfall ein Austreiben ruhender Knospen und läßt sich das laue Wasserbad durch ein entsprechendes warmes Luftbad ersetzen?

Schon im Winter 1897/98 beschäftigte mich die Frage, ob das warme Wasserbad durch ein Luftbad von derselben Temperatur ersetzt werden kann. Auf Grund der Ergebnisse meiner damaligen Versuche konnte ich sagen: »Ein feuchtes, mehrstündiges Luftbad von höherer Temperatur übt bei vielen Pflanzen auf das Treiben einen ähnlichen Einfluß wie ein ebenso temperiertes Wasserbad. Ja, in manchen Fällen war das feuchte Luftbad noch vorteilhafter. Es ist daher wohl in erster Linie die höhere Temperatur, die in den Knospen jene Veränderung hervorruft, die zum früheren Austreiben führt. Doch ist dieser Satz vorläufig noch mit einem gewissen Vorbehalt hinzustellen, da die Experimente über die Ersetzbarkeit des Wasserbades durch das Luftbad erst im Spätherbst durchgeführt wurden, wo die Knospenruhe nicht mehr so fest wie im Vorherbst war. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob auch die noch sehr fest ruhenden Knospen sich einem warmen Luftbad gegenüber ebenso verhalten wie gegenüber einem warmen Wasserbad«.[1]

[1] Molisch H., l. c., p. 115 bis 116.

Um diese angedeutete Lücke auszufüllen, habe ich im Sommer und Herbst 1908 lange vor dem Laubfall Versuche mit verschiedenen Gewächsen durchgeführt, die ich gleich mitteilen will.

Versuche mit Syringa vulgaris.

Am 2. Juli 1908 wurden sieben Bündel frisch abgeschnittener und dann entblätterter Zweige von *Syringa* dem Versuch unterworfen.

I. Bündel wurde gleich ins Kalthaus gestellt.
II. » verblieb in feuchter Luft von 31° C. durch 9 Stunden.
III. » » » » » » 31° » » 6 »
IV. » » » » » » 31° » » 3 »
V. » » » Wasser » 31° » » 9 »
VI. » » » » » 31° » » 6 »
VII. » » » » » 31° » » 3 »

Nachher wurden alle Zweige in Wassergläser eingestellt und im gut gelüfteten Kalthause am Lichte weiter kultiviert.

Am 11. Juli waren die Knospen von VII und VI im Austreiben begriffen, VII sichtlich mehr als VI, die Knospen von VII hatten ihre Länge verdoppelt oder verdreifacht. Bei allen anderen Bündeln war noch kein Treiben zu bemerken. Bei VI waren die äußeren Knospenblätter infolge des Wasserbades braun, die von V auch im Innern geschädigt.[1] Die jungen Achsel- und Terminalknospen erweisen sich gegen ein längeres Untergetauchtsein im warmen Wasser zu dieser Zeit viel weniger widerstandsfähig als im Herbste oder Winter, denn während in dieser Zeit infolge eines neun- bis zwölfstündigen Wasserbades von 32° C. keine merkbare Schädigung eintritt,

[1] Daß die Blätter unter Wasser schon bei niedererer Temperatur absterben als in Luft, habe ich schon gelegentlich meiner Arbeit: »Über hochgradige Selbsterwärmung lebender Laubblätter«, Botan. Zeitung, 1908, p. 218, betont; ich habe mich von dieser Tatsache an mehr als 50 Blattarten überzeugt, jetzt auch wieder bei meinen Treibversuchen und habe gefunden, daß die Blätter mancher *Azalea*-Hybriden schon nach einem nur dreistündigen Bade von 30 bis 35° C. braunfleckig werden, während sie eine solche Lufttemperatur viel länger gut vertragen.

ist dies im Juli und August oft schon bei einem sechsstündigen der Fall.

Wenn die neuen Triebe eine Länge von 2 bis 4 *cm* erreicht haben, so wachsen sie wegen schlechter Ernährung durch die wurzellosen Zweige nicht mehr weiter und bleiben daher kurz.

Der Versuch hat also deutlich ergeben, daß das Wasserbad auf die Knospen von *Syringa* schon lange vor dem herbstlichen Laubfall, schon im Juli stimulierend einwirkt und ihr Austreiben veranlaßt, daß aber ein ebenso warmes und gleichlanges Luftbad diese Wirkung nicht ausübt.

Am 13. Juli und am 1. August wurde derselbe Versuch mit *Syringa* von neuem eingeleitet und ergab im wesentlichen dasselbe Resultat.

Als ich am 16. August und am 2. September den *Syringa*-Versuch wiederholte, ergab sich, daß das Austreiben der im Wasser gebadeten Zweige schon etwas rascher erfolgte als früher und daß sich bei einzelnen Knospen auch ein schwacher Einfluß des Luftbades zu erkennen gab. Auch blieb die Schädigung der Knospen selbst bei einem neunstündigen Wasserbad von 35° C. aus, da mit dem Reiferwerden der Knospen auch ihre Resistenz zunimmt.

Versuche derselben Art mit Syringa vulgaris, Forsythia suspensa und Corylus Avellana.[1]

Eingeleitet am 14. September 1908. Von jeder Art wurden für jedes Bündel 4 bis 5 Zweige verwendet und mit den anderen zu je einem Bündel vereinigt. Im ganzen gab es (I bis VII) Bündel. Die Zweige wurden entblättert.

I.	Bündel	wurde	gleich	ins	Warmhaus	(12	bis	20°	C.)	gestellt.		
II.	»	verblieb	in	feuchter	Luft	von	30°	C.	durch	9	Stunden.	
III.	»	»	»	»	»	»	30°	»	»	6	»	
IV.	»	»	»	»	»	»	30°	»	»	3	»	
V.	»	»	im	Wasser		»	30°	»	»	9	»	
VI.	»	»	»	»		»	30°	»	»	6	»	
VII.	»	»	»	»		»	30°	»	»	3	»	

[1] Alle Angaben über *Corylus* in dieser und der ersten Abhandlung beziehen sich auf eine Varietät der gewöhnlichen *Corylus Avellana*.

Sämtliche Zweige wurden sodann im Warmhaus (12 bis 20° C.) im Lichte weiter kultiviert.[1]

26. September:

Die *Corylus*-Kätzchen unverändert.
Syringa. Bei V und IV brechen die Knospen.
Forsythia. Bei V und VI beginnen die Knospen zu treiben.

6. Oktober:

Corylus-Kätzchen unverändert.
Syringa. Die im Wasser gebadeten Knospen treiben; VII schwach, VI stärker, V am stärksten.
Forsythia. Die Knospen bei VII und VI treiben kaum merkbar, die von V aber sehr gut.

8. Oktober:

Die Blüten von *Forsythia* öffnen sich bei V.

16. Oktober:

Corylus treibt nicht.
Syringa bei I, II, III und IV fast unverändert; V bis VII treibt auffällig, viele Laubknospen geöffnet, einzelne bei V und VI haben ihre Blätter entfaltet und sind 4 bis 5 *cm* lang.
Forsythia bei I fast unverändert, bei II bis IV Knospen schwellen ein wenig, V in Blüte, einzelne Blüten schon verblüht. Laubknospen zumeist entfaltet, 3 bis 5 *cm* lang. VI und VII treiben auch deutlich, aber nicht so schön wie V.

Während sich also *Corylus* Mitte September mittels des Laubades nicht treiben läßt, geht dies bei Flieder und *Forsythia* sehr gut. Besonders das neunstündige

[1] Es sei ein für allemal bemerkt, daß die Weiterkultur der gebadeten und Kontrollzweige auch bei allen folgenden Versuchen stets in demselben Warmhause vorgenommen wurde, dessen Temperatur, wenn nicht gerade direktes Sonnenlicht einfiel, im Herbste und Winter beiläufig zwischen 12 bis 18° C. schwankte. — Alle Temperaturangaben in dieser Arbeit beziehen sich auf Celsius-Grade.

Lauwasserbad hat sich bewährt. Hingegen hat das Luftbad auf diese Pflanzen zu dieser Zeit gar keinen oder fast gar keinen Einfluß, es kann also im September von einem Ersatz des Wasserbades durch ein entsprechendes Luftbad nicht die Rede sein.

Dieser Versuch wurde am 29. September unter den gleichen Versuchsbedingungen wiederholt und ergab, wie sich am 16. Oktober feststellen ließ — abgesehen davon, daß die Blütenknospen von *Forsythia* sich um etwa 6 Tage früher öffneten — im wesentlichen dasselbe Resultat.

Versuch

am 6. Oktober 1908 mit *Corylus Avellana*, *Syringa vulgaris*, *Forsythia suspensa* und *Salix Caprea*.

I. Bündel wurde gleich ins Warmhaus (12 bis 20° C.) gebracht.
II. » verblieb in feuchter Luft von 35° C. durch 9 Stunden.
III. » » » » » » 35° » » 6 »
IV. » » » » » » 35° » » 3 »
V. » » im Wasser » 35° » » 9 »
VI. » » » » » » 35° » » 6 »
VII. » » » » » » 35° » » 3 »

Sodann wurden alle Zweige im Warmhaus im Lichte weiter kultiviert.

16. Oktober:

I kein Treiben.

II, III und IV bei *Syringa* sehr schwaches Schwellen der Knospen, ebenso bei einzelnen *Forsythia*-Knospen.

V bis VI bei *Syringa* springen die Knospen auf und die Blätter beginnen sich zu entfalten, *Forsythia* zeigt Schwellen der Knospen, *Salix* schiebt die Kätzchen vor.

VII ist gegenüber V und VI zurück.

29. Oktober:

I treibt nicht.

II bis IV kaum verändert.

V bis VII. *Corylus*-Kätzchen nur sehr wenig gestreckt, *Salix* und *Syringa* treiben Blätter, *Forsythia* steht in Blüte.

Ergebnis: Das Luftbad kann das Wasserbad bei *Syringa*, *Forsythia* und *Salix* nicht ersetzen. *Corylus* läßt sich zu dieser Zeit (6. Oktober) noch nicht treiben.

Versuch

am 22. Oktober 1908 mit denselben Pflanzen wie vorher.

I. Bündel verblieb gleich im Warmhaus
II. » » in Luft von 35° C. durch 9 Stunden.
III. » » » Wasser » 35° « » 9 »

9. November:

I Unverändert.
II Nur *Syringa* zeigt etwas gesprungene Knospen.
III *Forsythia* blüht, *Corylus* stäubt, *Syringa*-Knospen stark geschwollen, *Salix*-Kätzchen gesprungen.

18. November:

I und II wie am 9. November.
III noch weiter vorgeschritten. Weidenkätzchen blühen.

Ergebnis: Das Wasserbad wirkt ausgezeichnet, das Luftbad nicht oder sehr wenig.

Versuch

am 18. November 1908 mit denselben Pflanzen wie vorher. Bis jetzt hat sich gezeigt, daß das Wasserbad durch ein Luftbad von derselben Temperatur und Dauer nicht ersetzt werden kann. Es war aber doch die Möglichkeit gegeben, daß die höhere Lufttemperatur, wenn sie länger einwirken würde als der Dauer des Wasserbades entsprach, doch einen günstigen Effekt hervorruft. Ich machte daher noch folgende Experimente.

I. Bündel verblieb gleich im Warmhaus.
II. » » im Wasser von 35° C. durch 9 Stunden.
III. » » in der Luft » 35° » » 9 »
IV. » » » » » » 35° » » 24 »
V. » » » » » » 35° » » 48 »
VI. » » » » » » 35° » » 72 »

Die *Corylus*-Kätzchen waren bei VI nach 72 Stunden Luftbad schon in Streckung begriffen. Alle Zweige wurden im Warmhaus im Lichte bei einer Temperatur von 15 bis 20° C. weiter kultiviert.

26. November:

I Keine Veränderung.

II *Corylus*-Kätzchen dem Stäuben nahe, *Salix*-Kätzchen gesprungen, *Syringa*- und *Forsythia*-Knospen angeschwollen.

III Nur *Syringa*-Knospen etwas angeschwollen.

IV *Corylus* fast wie II, *Syringa* treibt stärker als II, *Salix* nur eine Knospe geplatzt, *Forsythia*-Knospen wenig schwellend.

V *Corylus* wie bei II, *Syringa* treibt sehr schön, *Salix* und *Forsythia* treiben nicht.

VI *Corylus* schwächer als II, IV und V, *Syringa* treibt besser als II und fast so wie IV und V, *Salix* und *Forsythia* unverändert.

3. Dezember:

I Nur die *Corylus*-Kätzchen zeigen eine schwache Streckung.

II *Corylus*-Kätzchen prächtig entwickelt, in vollem Stäuben. *Syringa*-Knospen treiben schön, etwa 1 bis 1·5 *cm* lang. *Salix*-Kätzchen treiben, 2 *cm* lang. *Forsythia*-Blütenknospen stark entwickelt.

III Wie am 26. November, nur *Corylus*-Kätzchen in minimaler Streckung.

IV *Corylus*-Kätzchen, bräunlich verfärbt, fallen ab, bevor sie stäuben. *Syringa* treibt sehr gut. *Salix* zeigt einige Kätzchen geplatzt. *Forsythia*-Blütenknospen angeschwollen.

V *Corylus*-Kätzchen wie bei IV. *Syringa* treibt ausgezeichnet, Triebe 3 *cm* lang. *Salix*-Knospen brechen teilweise. *Forsythia* wie bei IV.

VI *Corylus*-Kätzchen geschädigt, viel kürzer als bei IV und V. *Syringa* treibt gut, 2·5 *cm* lang. *Salix* treibt schwach, *Forsythia* etwas schwächer als bei V.

Aus diesem Versuche ergibt sich: Die *Syringa*-Knospen werden durch ein Luftbad von 24 bis 72 Stunden, besonders aber von 48 Stunden überaus günstig beeinflußt, und zwar treiben sie rascher als nach einem neunstündigen Wasserbad. Hingegen wirkt bei den männlichen *Corylus*-Kätzchen das Wasserbad viel günstiger, das Luftbad (24 bis 72 Stunden) zwingt die Kätzchen zwar auch zu bedeutender Streckung, aber die Kätzchen erweisen sich gleichzeitig als geschädigt, sie werden alsbald mißfarbig braun, stäuben nicht und fallen relativ bald ab.

Bei den Knospen von *Salix* und *Forsythia* läßt sich eine Einwirkung des Luftbades nicht verkennen, doch ist sie in Vergleich zum Wasserbad eine schwache. Man sieht, die Pflanzen verhalten sich sehr verschieden, doch ist von Wichtigkeit, daß schon um Mitte November herum bei *Syringa* ein länger andauerndes (z. B. 48 Stunden) Luftbad das Wasserbad vertreten und übertreffen kann.

Als ich am 4. Dezember 1908 den Versuch wiederholte, zeigte sich wieder, daß bei *Corylus* und *Forsythia* das Wasserbad durch das Luftbad noch nicht ersetzt werden kann, ja daß auf die *Corylus*-Kätzchen das Luftbad sogar insofern schädlich wirkt, als die sich streckenden Kätzchen mißfarbig werden und nicht zum Stäuben gelangen. Hingegen bestätigte es sich von neuem, daß zu der angegebenen Zeit bei Flieder das Luftbad (24 bis 48 Stunden) besser wirkte als das Wasserbad. Ähnlich wie der Flieder verhalten sich, wie aus meinen durch zwei Winter fortgesetzten Versuchen hervorgeht, auch noch andere Pflanzen. Ich will z. B. erwähnen, daß ein feuchtes neunstündiges Luftbad von 32° C. Mitte Jänner auf *Rhamnus Frangula*, *Aesculus Hippocastanum*, *Acer Pseudoplatanus* und *Juglans regia* besser wirkt als ein entsprechendes Wasserbad.

Je mehr die Ruheperiode sich ihrem Ende nähert, desto schwächer wird der günstige Einfluß des warmen Wasserbades und schließlich kommt ein Zeitpunkt, wo das Laubad indifferent wird oder sogar hemmend wirkt. So wirkt das warme Wasserbad z. B. bei *Corylus*- und *Forsythia*-Blüten im Monat Februar hemmend. Der Zeitpunkt ist nicht in jedem Jahre gleich und hängt wahrscheinlich von den Temperaturverhältnissen ab. Im

Jahre 1908 konnte ich den hemmenden Einfluß bei *Corylus*-Kätzchen, *Forsythia*-Blütenknospen und bei den Laubknospen von *Salix Caprea* und *Cornus mas* schon Anfang Februar feststellen, während ich im heurigen Jahre den verzögernden Einfluß des Warmbades auf das Treiben erst gegen Ende Februar eintreten sah. Die ruhende Knospe befindet sich im Herbste zweifellos in einem anderen Zustand als im Jänner oder Februar und das Warmbad kann eben nur zur Zeit der Ruhe seinen »treibenden« Einfluß üben.

Fassen wir die Ergebnisse der in diesem Kapitel besprochenen Versuche zusammen, so läßt sich sagen:

1. Das Wasserbad wirkt bei der Mehrzahl unserer Gehölze vor dem herbstlichen Laubfall nicht treibend auf die Knospen ein. Doch gibt es auch solche, die sich mittels des Bades schon vor dem Laubfall treiben lassen, *Forsythia* bereits im September und *Syringa* sogar schon im Juli.

2. Das warme Wasserbad läßt sich bei den untersuchten Pflanzen durch ein feuchtes Luftbad von derselben Temperatur und Dauer in der Zeit vor dem herbstlichen Laubfall und im Herbste gewöhnlich nicht ersetzen. Zu dieser Zeit hat das Luftbad, auch wenn es länger währt als das Wasserbad, keine oder eine sehr schwache Einwirkung.

Man sieht daher, daß der Vorbehalt, unter dem ich meine Ansicht über die eventuelle Vertretbarkeit des Wasserbades durch ein Luftbad aussprach, ganz am Platze war.

Nur bei *Syringa* wirkt schon im Dezember das warme Luftbad vortrefflich, häufig sogar besser als das Wasserbad. Später, wenn die Ruhe nicht mehr so fest ist, auch bei zahlreichen anderen Gewächsen.

In der Praxis wird wohl fast ausschließlich das Wasserbad zur Anwendung kommen müssen, da ja die Gärtner die Gewächse möglichst früh, wenn die zu treibenden Pflanzen sich noch in relativ fester Ruhe befinden, zur Blüte bringen wollen. Aus dieser können sie aber nicht durch das Luft-, wohl aber durch das Wasserbad erweckt werden.

III.

Versuche mit gärtnerisch wichtigen Pflanzen.

Da die Warmbadmethode für die Treiberei der Pflanzen von großer, praktischer Bedeutung zu werden verspricht, so habe ich unter anderen auch mit gärtnerisch wichtigen Gewächsen gearbeitet. Wenn auch meine Versuche sich vorläufig noch nicht auf eine große Anzahl von Pflanzenarten erstrecken, so habe ich doch bezüglich einiger Erfahrungen gesammelt, auf denen der Praktiker leicht weiterbauen kann und die ihm ein weitläufiges Herumprobieren ersparen werden.

Daß Flieder und Convallarien mittels des Warmbades leicht getrieben werden können, habe ich in meiner früheren Arbeit über diesen Gegenstand schon auseinandergesetzt.

Zunächst möchte ich hier die Aufmerksamkeit der Gärtner auf die *Forsythia* lenken. Dieser ostasiatische, zu den Oleaceen gehörende Strauch findet sich bei uns in Gärten und Parkanlagen allenthalben gepflanzt und erfreut im Frühling durch seine gelben, in großer Menge erscheinenden Blüten. Auffallenderweise wird dieser Strauch meines Wissens bisher nicht getrieben und doch könnte er leicht eine Treibpflanze par excellence werden. Die *Forsythia* läßt sich schon im Oktober und November, also zu einer Zeit, wo an Blüten in den Gärtnereien ein großer Mangel herrscht, mittels des Warmbades ausgezeichnet treiben und sicherlich würden blühende abgeschnittene Zweige und blühende Topfpflanzen von *Forsythia* ein sehr begehrter Artikel werden. Ein neunstündiges Laubad von 30 bis 35° C. leistet vortreffliche Dienste.

Versuche mit Prunus triloba.

Eine andere für die Warmbadtreiberei sehr empfehlenswerte Pflanze ist der genannte *Prunus*. Am 27. Oktober 1908 wurden drei eingetopfte Exemplare teils durch 9, teils durch 12 Stunden im Wasser von 35° C. gebadet. Das Ergebnis war überall ein günstiges. Die gebadeten und am Lichte im Warmhaus weiterkultivierten Stöcke waren den nicht gebadeten deutlich vor, und zwar wirkt das Bad in erster Linie auf die Blüten-

knospen, in zweiter Linie auf die Laubknospen. Die ersten Blüten waren am 3. Dezember geöffnet.

Am 18. November 1908 wurde der Versuch mit vier eingetopften Exemplaren wiederholt. Bei jedem Stücke wurde nur die eine Hälfte der Krone unter Bedingungen wie vorher gebadet. Der Effekt des Bades ergibt sich deutlich aus der Betrachtung der Fig. 1 auf Taf. I. Die gebadete Hälfte des Bäumchens ist voll von weit geöffneten, gefüllten Blüten, deren erste schon am 23. Dezember 1908 entwickelt war, die nicht gebadete hat zwar auch schon recht weit vorgeschrittene Blütenknospen, aber noch keine offenen Blüten. Die erste öffnete sich erst am 5. Jänner 1909, also ungefähr 13 Tage später als auf der gebadeten Seite. Zweifellos werden Warmbadversuche mit *Prunus triloba* für die praktische Gärtnerei von Nutzen sein, da blühende *Prunus* um Weihnachten herum leicht Absatz finden werden.

Versuche mit Spiraea palmata elegans hort. und Spiraea japonica.

Sp. palmata elegans. Am 28. November 1908 wurden vier Stücke im Wasser von 28 bis 33° C. durch 12 Stunden gebadet, hierauf in Blumentöpfe eingesetzt und im Warmhaus am Lichte gehalten. Ein Stück diente zur Kontrolle. Schon nach 11 Tagen trieben alle vier gebadeten reichlich Blätter, während die Kontrollpflanze noch kein Blattwachstum zeigte. Am 29. Dezember treibt diese noch immer nicht, von den gebadeten Pflanzen hingegen hatte jede schon durchschnittlich 18 Blätter. Erst einige Tage später erschienen bei der Kontrollpflanze zwei Blättchen, die sich aber nicht voll entfalteten. Am 4. Jänner 1909 wurde die Kontrollpflanze und eine von den gebadeten photographiert. Diese Photographie (Fig. 5, Taf. II) zeigt den Effekt des Warmbades sehr schön.

Sp. japonica. Derselbe Versuch wie vorher am 28. November. Auch hier war der Einfluß des Bades ganz auffallend. Am 4. Jänner hatte die Kontrollpflanze, wie Fig. 6 auf Taf. II zeigt, erst ein kleines Blättchen getrieben, während die gebadeten Pflanzen zahlreiche entfaltete Blätter besaßen. Am 22. Februar 1909 hatten die gebadeten Pflanzen ihre ersten Blütenknospen

geöffnet, während dies bei der Kontrollpflanze erst am 12. März, also 18 Tage später, geschah.

Es ist für die spätere Entwicklung ziemlich gleichgültig, ob man den ganzen Stock, also Knospen und Wurzelballen, oder ob man nur die Knospen badet. Ich habe zwar in diesem und dem folgenden Versuche bemerkt, daß, wenn von den Stöcken nur die Knospen gebadet werden, das Treiben anfangs schöner erfolgt, als wenn auch die Wurzeln mitgebadet werden. Später verschwindet aber der Unterschied. Die Wurzeln vertragen im allgemeinen unter Wasser nicht lange so hohe Temperaturen wie die Knospen, sie werden also im Warmbad geschädigt. Bei Convallarien und auch bei den Spiraeen ist die Schädigung, da es sich um alte, ausgewachsene Wurzeln handelt, nicht bedeutend oder Null, der Praktiker wird daher, um nicht viel Zeit zu verlieren, beide beim Bade ganz untergetaucht halten. Anders liegt die Sache aber bei *Syringa* und *Prunus*, denn hier können die feinen, zarten Wurzelverzweigungen durch das Warmbad sehr in Mitleidenschaft gezogen werden und daher soll man bei diesen Pflanzen nur die Krone baden.[1]

Daß bei *Spiraea* das Wurzelbad für die Entwicklung nicht vorteilhaft ist, lehrt auch Fig. 7 auf Taf. II. Bei der Pflanze rechts wurden nur die Knospen gebadet und sie ist aus diesem Grunde viel üppiger als die mittlere, die samt den Wurzeln gebadet wurde.

Am 11. Dezember 1908 wurde mit 20 Stöcken von *Spiraea japonica* der Versuch wiederholt.

I. 5 Stück dienten zur Kontrolle.
II. 5 » wurden durch 9 Stunden
III. 5 » » » 12 »
IV. 5 » » » 16 »
} in Wasser von 29 bis 33° C. gebadet.

Die weitere Behandlung wie vorher.

[1] Vgl. darüber auch meinen populären Vortrag: Warmbad und Pflanzentreiberei. Österr. Gartenzeitung, Heft 1 und 2, 1909, p. 11.

Datum	Zahl der Blätter				Länge des längsten Blattes in Zentimeter			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
29. Dezember 1908...	0	36	46	53	1	7	10	8
6. Jänner 1909.....	13	84	138	115	12	21	26	23

Die Zahlen sprechen wohl deutlich für die ausgezeichnete Wirkung des Warmbades. Am besten wirkte das zwölfstündige Bad. In der am 5. Jänner aufgenommenen Photographie sieht man links die Kontroll-, in der Mitte die 9 Stunden und rechts die 12 Stunden lang gebadete Pflanze.

Die 12 Stunden gebadeten Pflanzen öffneten ihre ersten Blüten am 26. Februar, die 9 und 16 Stunden gebadeten einen Tag später, während die nicht gebadeten Kontrollpflanzen erst am 9. März aufzublühen begannen. Der Unterschied in der Aufblühzeit zwischen gebadeten und nicht gebadeten betrug etwa 11 Tage, er ist aber bedeutend größer, wenn man das Warmbad schon früher durchführt.

Versuche mit Camellia und Azalea.

Camellia japonica. Ich badete am 4. November 1908 mehrere Exemplare, die reich mit Blütenknospen versehen waren, durch 3 oder 6 Stunden in Wasser von 30° C. Eine Schädigung der Knospen und Blätter trat nicht ein. Bei der Weiterkultur am Lichte im Warmhaus offenbarte sich ein sehr schwacher günstiger Einfluß des Warmbades auf die Raschheit im Aufblühen. Die gebadeten Blütenknospen waren den nicht gebadeten um 1 bis 4 Tage vor. Bei manchen Exemplaren war der Unterschied deutlich, bei manchen gering oder gar Null. Jedenfalls kann ich auf Grund meiner Erfahrungen das Warmbad für das Treiben der Camellien nicht empfehlen, da der praktische Nutzen Null oder doch zu unbedeutend erscheint.

Azalea indica. Meine Versuche fielen in den Monat November. Ich arbeitete mit früh- und spätblühenden Sorten, habe

aber im allgemeinen keine günstigen Resultate erhalten. Das *Azalea*-Laub ist gegenüber dem Warmbad sehr empfindlich, aber in verschiedenem Grade. Einzelne Rassen werden schon durch ein dreistündiges Wasserbad von 30° C. empfindlich geschädigt und braunfleckig, andere erleiden erst durch ein sechsstündiges Bad Schaden, einzelne, wie die Sorte »Deutsche Perle«, halten noch mehr aus. Manche wurden durch ein sechsstündiges Bad von 30° C. so angegriffen, daß die Blätter hernach bei Kultur im Warmhaus abfielen. Einen günstigen Einfluß auf die rasche Entwicklung der Blütenknospen habe ich nicht oder nur in unbedeutendem Grade bemerkt.

Aus diesem Grunde und wegen der großen Empfindlichkeit des Laubes gegenüber dem Bade kann ich die Anwendung des Warmbades für das Treiben der *Azalea indica* nicht empfehlen.

Azalea mollis hingegen gibt mit dem Laubad ausgezeichnete Resultate. Ich machte Versuche mit Zweigen, die von Freilandpflanzen frisch abgeschnitten waren, und mit eingetopften Pflanzen.

Versuch mit Zweigen am 21. November 1908:

I. Zweige dienten zur Kontrolle.

II. » wurden durch 9 Stunden bei 35° C. im Wasser gebadet.

III. Zweige wurden durch 12 Stunden bei 35° C. im Wasser gebadet.

Am 9. Jänner 1909 hatten alle gebadeten Zweige schon geöffnete Blüten und entfaltete Laubknospen, die Kontrollpflanzen aber zeigten nicht einmal eine Schwellung der Laubknospen. Die durch 9 Stunden gebadeten Zweige standen etwas günstiger, doch war die Differenz im Effekt des neun- und zwölfstündigen Bades nicht bedeutend.

Versuche mit zwei Topfpflanzen von *Azalea mollis*. Am 15. Dezember 1908 wurde von jeder Pflanze nur die Hälfte der Krone bei 29 bis 33° C. im Wasser durch 12 Stunden gebadet. Hierauf wurden die Pflanzen im Warmhaus am Lichte bei 13 bis 18° C. weiter kultiviert.

Am 31. Jänner 1909 standen die gebadeten Hälften in vollem Laubschmuck und reicher Blüte, die nicht gebadeten hatten zwar auch ihre Laubknospen schon entwickelt, aber noch keine Blütenknospe geöffnet. Wie sehr das Laubad die Blütenentwicklung fördert, zeigt die Photographie Fig. 2, Taf. I, die am 1. Februar 1909 von einer der beiden Versuchspflanzen angefertigt wurde.

Ganz analoge Erfahrungen wie mit *Azalea mollis* machte ich auch mit Topfpflanzen von *A. pontica*.

Lokaler Einfluß des Bades.

Ich habe schon in meiner ersten Arbeit über die Warmbadmethode hervorgehoben, daß der Einfluß des Warmbades ein ganz lokaler ist. Wenn man daher an einer Pflanze nur die Hälfte der Krone oder nur einen oder einige wenige Äste badet, so treiben nur diese rascher, die ungebadeten treiben viel langsamer oder verharren noch lange in ihrer Ruhe. Es geht dies wieder aus den eben mitgeteilten und auch aus den folgenden Versuchen hervor, die ich noch zur Bekräftigung des Gesagten anführe.

Die Fig. 3 auf Taf. I zeigt einen Gabelzweig von *Salix Caprea*. Der Ast rechts wurde am 25. November 1908 durch 12 Stunden im warmen Wasser von 30 bis 35° C. gebadet und dann im Warmhaus im Lichte weiter kultiviert. Am 12. Dezember waren die Kätzchen in voller Blüte, während der ungebadete Ast links noch ganz unverändert war.

In die Augen springend ist auch der Effekt des lokalen Badeinflusses beim Flieder. Die Fig. 4 auf Taf. I stellt ein Fliederbäumchen dar, dessen Krone am 17. November 1908 zur Hälfte einem zwölfstündigen Warmbad von 29 bis 31° C. ausgesetzt worden war. Am 27. Dezember steht die gebadete Hälfte, wie aus der Photographie ersichtlich ist, in Blüte, die ungebadete zeigt bloß schwellende Knospen. Dieser Unterschied erscheint aber nur so auffallend, wenn der Fliederstock im Lichte getrieben wird; wird der Flieder aber nach dem Bade im Finstern gezogen, so wirkt der Lichtmangel auch auf die ungebadeten Knospen wachstumsfördernd und der Unterschied erscheint dann, obwohl an sich noch immer bedeutend, geringer.

IV.

Einfluß des Lichtes auf das Treiben der Knospen.

Anschließend daran will ich einige auffallende Beobachtungen mitteilen, die ich im Verlaufe der drei verflossenen Winter zu wiederholten Malen zu machen Gelegenheit hatte. Schneidet man Zweige von *Syringa vulgaris* im Herbste, etwa im Monat November oder Anfang Dezember ab, und treibt man sie (ohne Bad) im Warmhaus im Finstern und im Lichte an, so findet man, wie nach allen unseren Erfahrungen zu erwarten war, daß die Knospen im Finstern rascher treiben. Im Februar findet aber ganz gegen alle Erwartung das Umgekehrte statt, denn dann treiben die beleuchteten Knospen rascher. Fliederzweige wurden im Warmhaus am 19. Februar 1908 bei einer Temperatur von 15 bis 19° C. hell und finster gestellt. Am 3. März hatten die Knospen in beiden Fällen ausgetrieben, doch waren sie von ungleicher Länge, die Lichttriebe waren im Durchschnitt 4 bis 5 *cm*, die Finstertriebe 2·5 bis 3 *cm* lang. Um diese auffallende Erscheinung zu erklären, könnte man daran denken, daß die jungen Blättchen im Februar infolge der schon stärkeren Lichtintensität bereits kräftig assimilieren und daher durch ihre Assimilation das Wachstum beschleunigen, im Gegensatz zu den Finstertrieben, die in der Finsternis Kohlensäure nicht assimilieren können. Aber gegen die angedeutete Erklärung spricht der Umstand, daß ich auch schon im Anfang des Jänner den gleichen Einfluß des Lichtes auf das Austreiben der Knospen bemerkte, also zu einer Zeit, wo die durchschnittliche Lichtintensität gewiß nicht größer als im Herbste war.

Übrigens steht die Erscheinung von einem fördernden Einfluß des Lichtes auf das Austreiben der Knospen nicht ganz vereinzelt da, denn Jost[1] erwähnt bereits, daß das Licht für das Austreiben der Rotbuchenknospen von Wichtigkeit ist,

[1] Jost L., Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Botan. Zeitung, 1893, p. 108.

doch fügt er hinzu: Die Versuche bedürfen noch weiteren Studiums, können also hier noch nicht mitgeteilt werden.

Einen begünstigenden Einfluß des Lichtes auf das Austreiben habe ich auch bei einer *Prunus*-Varietät gesehen, die hauptsächlich gelbgrün panaschierte Blätter und einzelne Äste mit normalen Blättern trug. Es dürfte sich wahrscheinlich um eine Gartenform von *Prunus Chamaecerasus* handeln.

Unter den vielen Versuchen, die ich gerade mit dieser Pflanze gemacht habe, will ich nur folgende zwei hervorheben.

Am 31. Dezember 1908 stellte ich Zweige dieser Pflanze hell und finster im Warmhaus auf. Nach 25 Tagen waren bei den Lichtzweigen die Blütenknospen geöffnet, bei den Finsterzweigen war das Treiben kaum zu bemerken.

Bei Wiederholung dieses Versuches am 5. Februar 1909 zeigten die Laub- und Blütenknospen schon nach 6 Tagen bei den Lichtpflanzen einen bedeutenden Vorsprung gegenüber den im Dunkeln kultivierten Zweigen.

Am 25. Februar waren die ersten Blütenknospen bei den Lichtpflanzen geöffnet, während die Blütenknospen der Finsterpflanzen sich erst eine Woche später öffneten. Ich bemerke jedoch, daß der Unterschied zwischen den beiden Zweigarten bei dem Februarversuch nicht mehr so bedeutend war wie bei dem Experiment vom 31. Dezember. Auch bei *Prunus avium, Prunus spinosa* und *Cornus alba* war Anfang Februar ein entschieden günstiger Einfluß des Lichtes auf das Austreiben der Knospen zu bemerken.

Nach den Erfahrungen über das Etiolement und über das Austreiben von Laub- und Blütenknospen an Organen, die reichlich mit Reservestoffen versehen sind, würde man erwartet haben, daß sich sowohl die Laub- als auch die Blütenknospen im Finstern rascher strecken oder sich wenigstens gleich verhalten. Dies ist ja auch namentlich bezüglich der Laubknospen wenigstens im Anfang des Treibens der gewöhnliche Fall. Um so bemerkenswerter erscheint das entgegengesetzte Verhalten der eben angeführten Pflanzen, denn bei diesen übt das Licht eine das Treiben begünstigende Reizwirkung aus. Da ich diesen Gegenstand nicht speziell, sondern nur nebenbei verfolgte, so muß ich mich mit diesen Andeutungen begnügen,

hoffend, daß sie vielleicht die Anregung zu weiteren und genaueren Beobachtungen geben werden.

V.

Künstliche Entblätterung von Holzgewächsen und Austreiben der Knospen.

Meine Versuche haben, wie bereits auf p. 640 berichtet wurde, ergeben, daß das Laubad die angelegten *Syringa*-Knospen schon im Monat Juli, also lange vor dem herbstlichen Laubfall zum Austreiben veranlaßt. So auffallend diese Tatsache auch erscheinen mag, so darf doch nicht vergessen werden, daß sie nicht ohne Analogon dasteht, denn bekanntlich können bei vielen Holzgewächsen die jungen, noch gar nicht fertig ausgebildeten Knospen auch dadurch zum vorzeitigen Austreiben veranlaßt werden, daß man die Sprosse entblättert.[1] Eine solche entblätterte Pflanze bildet gewöhnlich, wenn die Entlaubung relativ früh erfolgt, neues Laub, indem die Knospen, die unter normalen Verhältnissen erst im nächsten Frühjahr getrieben hätten, schon kurz nach der Entblätterung austreiben, oder die Pflanze bleibt kahl und das Austreiben der Knospen erfolgt erst im nächsten Frühjahr.

Systematische Entblätterungsversuche in ihrer Beziehung zum Austreiben der Knospen während der ganzen Vegetationsperiode hindurch sind meines Wissens bisher nicht gemacht worden. Mit Rücksicht auf die Ruheperiode der Knospen erscheint es wünschenswert, solche Beobachtungen zu besitzen, ich habe daher mit Flieder *(Syringa vulgaris)* und der Hainbuche *(Carpinus Betulus)* solche gemacht und gebe sie im folgenden wieder. Hierbei sollte auch eruiert werden, ob sich die Knospen total entblätterter Holzgewächse genau so verhalten wie partiell entblätterter und ob sich nicht zu verschiedenen Zeiten im Verhalten der Knospen Unterschiede ergeben. Es wurden daher nicht bloß ganz entlaubte Holzgewächse untersucht, sondern gleichzeitig einzelne entblätterte Zweige

[1] Frank A. B., Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1895, I. Bd., 2. Aufl., p. 101.

eines sonst belaubt gebliebenen Gewächses. Die Versuchspflanzen wuchsen im freien Lande meines Versuchsgartens.

Versuche mit Flieder.

Erster Versuch. Ein mannshoher, etwa 1 *m* breiter Strauch wurde am 27. Mai 1908 vollends entblättert. Die Zweige hatten ihre Knospen mit Ausnahme einiger Endknospen bereits angelegt, die Knospen waren aber selbstverständlich zu dieser Zeit noch nicht vollkommen fertig ausgebildet. Gleichzeitig wurde bei einem danebenstehenden Strauch von annähernd denselben Dimensionen ein etwa 40 *cm* langes und 23 *cm* breites Zweigsystem gleichfalls entblättert, während der übrige Teil des Strauches intakt blieb. Das weitere Verhalten der beiden Versuchspflanzen ergibt sich aus der Tabelle.

Zeit	*Syringa*-Strauch, völlig entblättert	*Syringa*-Strauch, nur ein Zweigsystem entblättert
5. Juni	Die Knospen schwellen, je näher der Spitze, desto mehr.	Knospen unverändert.
9. Juni	Die Knospen treiben.	Wie am 5. Juni.
16. Juni	Die Knospen haben sich bereits zu 3 bis 5 *cm* langen beblätterten Trieben entwickelt.	Wie am 5. Juni.
22. Juni	Wie am 16. Juni.	Die Terminalknospen beginnen zu treiben.
27. Juni	Der Strauch ist wieder ganz belaubt. Die neuen Sprosse sind bis 7 *cm* lang.	Die Triebe der Endknospen sind 2 *cm* lang. Die anderen Knospen treiben nicht.

Zweiter Versuch. Die Entblätterung wurde am 16. Juni 1908 vorgenommen. Die Dimensionen der Sträucher in diesen und den folgenden Versuchen waren ungefähr wie vorher.

Zeit	*Syringa*-Strauch, völlig entblättert	*Syringa*-Strauch, nur ein Zweigsystem entblättert
22. Juni	Die Knospen beginnen zu schwellen.	Knospen unverändert.
27. Juni	Triebe schon 2 *cm* lang.	Knospen unverändert.
13. Juli	Strauch wieder ganz belaubt.	Knospen unverändert.
16. September	Die Triebe sind im Vergleich zu anderen, nicht entblätterten Sträuchern sehr kurz, die Blätter klein, hellgrün. Entwickelt haben sich meist höher stehende Knospen.	Nur wenige Endknospen haben getrieben, die übrigen, nicht ausgetriebenen sind kleiner als die an nicht entlaubten Zweigen.

Dritter Versuch. Die Entblätterung wurde vorgenommen am 1. Juli 1908.

Zeit	*Syringa*-Strauch, völlig entblättert	*Syringa*-Strauch, nur ein Zweigsystem entblättert
13. Juli	Knospen beginnen zu schwellen oder zu treiben.	Knospen unverändert.
16. September	Strauch ganz belaubt.	Knospen treiben nicht. Die Knospen sind im allgemeinen kleiner als die der nicht entblätterten Zweige.

Vierter Versuch. Die Entblätterung wurde vorgenommen am 15. Juli 1908.

Zeit	*Syringa*-Strauch, völlig entblättert	*Syringa*-Strauch, nur ein Zweigsystem entblättert
16. September	Die meisten Knospen haben nicht getrieben. Nur oben am Strauche haben sich einige wenige Triebe entwickelt, zumeist aus Terminalknospen.	Keine einzige Knospe hat sich entwickelt.

Fünfter Versuch. Dasselbe Experiment, am 1. August 1908 eingeleitet, ergab dasselbe Resultat wie Versuch 4.

Sechster Versuch. Eingeleitet am 15. August 1908. Nun trat auch beim total entlaubten Strauche kein Austreiben der Knospen mehr ein.

Versuche mit der Hainbuche.

Erster Versuch. Die Versuchsanstellung war genau so wie beim Flieder. Die benützten Bäumchen waren etwa 2 *m* hoch und etwa 1 bis $1^1/_2$ *m* breit. Die Entlaubung wurde vorgenommen am 5. Juni 1908.

Zeit	*Carpinus*-Strauch, völlig entblättert	*Carpinus*-Strauch, nur ein $^1/_2$ *m* langes Zweigsystem entblättert
16. Juni	Knospen unverändert.	Knospen unverändert.
27. Juni	Knospen beginnen zu treiben.	Knospen beginnen zu treiben.
13. Juli	Strauch wieder belaubt. Die Blätter sind nur $^1/_3$ so groß als die an nicht entlaubten Zweigen.	Zweige wieder ziemlich belaubt.
16. Oktober	Wie am 13. Juli.	Wie am 13. Juli.

Zweiter Versuch. Die Entlaubung wurde am 1. Juli 1908 vorgenommen. Die Bäumchen waren nahezu 3 *m* hoch. Abgesehen von etwa 4 Knospen, die an dem total entblätterten Bäumchen austrieben, fand überhaupt kein Treiben statt.

Dritter, vierter und fünfter Versuch. Diese wurden am 1. August 1908, am 15. August 1908 und am 1. September 1908 eingeleitet, aber in keinem dieser Versuche trieben die Knospen aus, weder bei den total noch bei den partiell entlaubten Pflanzen.

Die Entblätterungsversuche mit Flieder lehren, daß von Ende Mai bis 1. Juli vollends entlaubte Sträucher wieder austreiben und sich reichlich, wenn auch mit kleineren Blättern, wiederbelauben, daß aber vom halben Juli das Treiben fast ganz und vom 1. August schon ganz unterbleibt.

Werden nur einzelne 20 bis 30 bis 100 *cm* lange Äste entblättert, während die übrige Hauptmenge der Äste belaubt bleibt, so findet, wenn die Entlaubung Ende Mai durchgeführt wird, ein Wiederaustreiben der inzwischen schon angelegten Winterknospen statt. Das Austreiben erfolgt im allgemeinen langsamer als bei total entlaubten Sträuchern, aber schon eine Entblätterung um Mitte Juni bewirkt kein oder fast kein Austreiben mehr. Solche Knospen werden weiter ernährt, erreichen aber im Herbste nicht die Größe von solchen an nicht entlaubten Zweigen.

Über das Austreiben von Knospen einzelner entlaubter Zweige finde ich bei Johannsen folgende Bemerkung: »Wenn man nur einem einzelnen Zweige oder doch nur einem Minimum der Zweige das Laub nimmt, treiben die betreffenden Zweige nicht aus, sie werden von den sitzengebliebenen Blättern ernährt, meist allerdings bedeutend spärlicher als die das Laub tragenden Zweige, deren Winterknospen größer werden.«[1] Der Schluß, daß solche Zweige überhaupt nicht austreiben, bedarf, wie wir gesehen haben, einer kleinen Korrektur, er ist nur

[1] Johannsen W., Das Ätherverfahren beim Frühtreiben etc. Jena 1906, 2. Aufl., p. 11, Anmerkung.

richtig für Entblätterungsversuche in relativ später Zeit der Vegetationsperiode. Entblättert man aber einzelne Zweige eines Flieder- oder Hainbuchenstrauches schon im Mai oder Anfang Juni, so treiben die Knospen auch solcher einzelner entblätterter Zweige aus.

Auch bei der Hainbuche ruft eine relativ früh im Jahre (bis Anfang Juni) hervorgerufene Entblätterung noch eine gute neue Belaubung hervor, späterhin aber nicht mehr. Die Tatsache, daß Bäume, wenn sie relativ früh im Jahre ihres Laubes beraubt werden, sich rasch anschicken, neues Laub zu bilden, muß als eine sehr zweckmäßige Einrichtung bezeichnet werden. Die Pflanze schafft sich mit der raschen Bildung einer neuen Assimilationsfläche die Möglichkeit, den Schaden wieder wenigstens teilweise gut zu machen. Allein sie tut dies nur zu einer Zeit, wenn ihr noch die Aussicht winkt, die neugebildeten Triebe mit ihren Knospen ausreifen zu können, später aber nicht mehr. Es ist dies ein wunderbares Beispiel für die zweckmäßig erfolgende Selbstregulation im Organismus.

Aber auch hier erweist sich, wenigstens für Flieder, das Laubad als ein mächtiger Faktor, denn dieses vermag die noch unreifen Knospen auch zu einer Zeit aus ihrer Ruhe zu wecken, wo die künstliche Entblätterung bereits versagt.

VI.

Über den Einfluß der Kälte und des Temperaturwechsels auf die Ruheperiode.

Es wurden schon von verschiedenen Forschern Beobachtungen gemacht, die darauf hindeuten, daß die niedrige Temperatur des Herbstes und Winters auf die Ruheperiode verschiedener Pflanzen abkürzend einwirkt. So findet sich schon bei Knight[1] die Bemerkung: »So wächst ein Weinstock, welcher den Sommer durch im Treibhaus gestanden, im Winter nicht bei der nämlichen Wärme des Hauses; allein wenn eine andere Pflanze dieser Art, welche in freier Luft gewachsen,

[1] Treviranus L. C., Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Göttingen 1811, p. 112.

hineingesetzet wird, nachdem sie ihre Blätter im Herbste abgeworfen, so schlägt sie auf der Stelle wieder aus. Dieses scheint mir daher zu kommen, daß letztere einen gewissen Grad von Reizbarkeit besitzt, welcher bei der ersteren durch die Wärme des Treibhauses erschöpft worden, den sie aber wieder erlangt während des Winters oder dadurch, daß sie herausgenommen und den Herbstfrösten für einige Zeit ausgesetzet wird.« Pfeffer[1] teilt mit, daß er ein gleiches Resultat mit *Ampelopsis*, *Lycium* und *Syringa* erhalten habe.

Askenasy[2] findet, daß Kirschbaumzweige um so rascher im Warmhaus aufblühen, je länger sie draußen die Winterkälte genossen hatten. So bedurften Zweige, die am 14. Dezember ins Warmhaus gestellt wurden, 27 Tage, Zweige, die am 2. Februar ins Warmhaus gebracht wurden, nur mehr 17 Tage.

Auch Krašan[3] beobachtete, daß während des Winters abgeschnittene Weidenzweige um so rascher im Zimmer austreiben, je mehr Wintertage sie bereits im Freien genossen hatten.

Es sei ferner an das schöne Experiment Hermann Müller's (Thurgau) erinnert: Kartoffelknollen, die, frisch geerntet, in einen Eiskeller gebracht und hier durch 14 Tage bei einer Temperatur knapp über Null aufbewahrt werden, sind imstande, sofort auszutreiben. Durch die niedere Temperatur wird die Ruheperiode der Kartoffel sozusagen ausgemerzt.[4]

Zahlreiche einschlägige Versuche verdanken wir Howard.[5] Er hat bei zahlreichen Holzgewächsen festgestellt, daß ihre Zweige, wenn sie in der Zeit vom 20. Oktober bis 4. November ins Warmhaus gestellt wurden, viel länger zum Austreiben

---

[1] Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, II. Aufl., 1904, 2. Bd., p. 266.

[2] Askenasy E., Über die jährliche Periode der Knospen. Botan. Zeitung, 1877, p. 824.

[3] Krašan F., Beiträge zur Kenntnis des Wachstums der Pflanzen, III. *Salix nigricans*. Diese Sitzungsber., 1873, p. 252 bis 275.

[4] Hermann Müller (Thurgau), Über Zuckeranhäufung in Pflanzenteilen infolge niederer Temperatur. Landwirtschaftl. Jahrbücher, XI. Bd., 1882, p. 751. — Ferner derselbe, Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. Ebenda, XIV. Bd., 1885, p. 883.

[5] Howard W. L., Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen. Inauguraldissertation, 1906. Halle a. d. S.

brauchen, als wenn sie in der Zeit vom 8. bis 10. Jänner der Temperatur des Warmhauses ausgesetzt werden. Auch konnte er zeigen, daß Zweige verschiedener Pflanzen, die 7 bis 21 Tage einer Temperatur von —6 bis —8° C. ausgesetzt waren, früher zu treiben anfingen als die Kontrollpflanzen.

Ich selbst habe im Laufe der zwei verflossenen Winter Versuche durchgeführt, um den Einfluß der niederen Temperatur auf die Abkürzung der Ruheperiode darzutun. Gleichzeitig war es mir aber darum zu tun — und dies ist meines Wissens bisher noch nicht geschehen — zu prüfen, ob nicht ein längere Zeit hindurch täglich wiederholter schroffer Temperaturwechsel auf die Aufhebung der Ruheperiode einen günstigeren Einfluß ausübt als eine andauernd niedere Temperatur. Es wurden zunächst Zweige von 23 verschiedenen Freilandholzgewächsen abgeschnitten, und zwar am 5. November, am 5. Dezember, am 5. Jänner und am 5. Februar. Hierauf kultivierte ich sie, in Wassergläser eingestellt, im Warmhaus am Lichte weiter. Im Laufe der Versuchszeit wurde bei jeder Pflanzenart die Zahl der Tage bezeichnet, welche verstrich, bis der erste Anfang des Treibens und die Entfaltung der Laub- oder Blütenknospe zu bemerken war. Gleichzeitig wurden Zweige derselben Art vom 5. November 1908 an bis 2. März 1909 intermittierend der Wärme ausgesetzt, indem ich sie abwechselnd 12 Stunden (nachts) im Freien oder im Kalthaus (3 bis 8° C.) und 12 Stunden (tags) im Warmhaus hielt. Die Zweige befanden sich, wenn sie im Freien standen, auch in Wassergefäßen, das Wasser erstarrte dann oft zu Eis und taute nach dem Übertragen der Zweige ins Warmhaus wieder auf. Das war ein Übelstand, weil die Zweige, während sie mit ihrer Basis in Eis standen, Wasser nicht aufnehmen konnten. Er war aber nicht groß, weil die Zweige im entlaubten Zustand bei so niederer Temperatur nur wenig transpirierten. Auch war dieser Fehler in den Versuchen, bei denen die Pflanzen intermittierend die Temperatur des Kalt- und Warmhauses genossen, ganz ausgeschlossen, da im Kalthaus die Temperatur nie bis auf 0° sank und in der Regel zwischen 3 bis 7° C. schwankte. Ich brauche wohl nicht besonders zu betonen, daß das Wasser in den Gefäßen häufig gewechselt wurde, um Fäulnis möglichst zu verhindern.

Indem ich im übrigen auf die folgende Tabelle verweise, bemerke ich nur noch, daß das bei den Zahlen stehende Zeichen • eine Laubknospe und * eine Blütenknospe bedeutet.

Pflanze	Beginn des Versuches 5. November 1908		Beginn des Versuches 5. Dezember 1908	
	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe
	nach Tagen			
Acer Pseudoplatanus	• 76	—	• 45	—
Aesculus Hippocastanum	• 56	• 65	5. Febr. abgestorben	
Ampelopsis hederacea	• 61	• 75	• 14	• 13
Betula alba	5. Febr. abgestorben		* 23	2. März tot
Caragana arborescens	• 21	2. März tot	• 4	»
Carpinus Betulus	5. Febr. abgestorben		• 56	»
Cornus alba	?	• 90	• 23	• 30
» *mas*	* 42	* 53	* 17	* 23
Cytisus Laburnum	—	—	—	—
Juglans regia	—	—	2. März tot	—
Larix europaea	• 44	2. März tot	• 23	2. März tot
Ligustrum vulgare	• 60	—	2. März tot	—
Lonicera tatarica	• 21	2. März tot	• 4	• 14
Populus sp	5. Febr. abgestorben		* 17	2. März tot
Prunus Chamaecerasus?	5. Febr. geschädigt 2. März tot		* 14	—
Pirus communis	• 70	—	• 45	—
Rhamnus Frangula	—	—	• 56	—
Ribes Grossularia	5. Febr. abgestorben		• 14	• 23
» *rubrum*	• 42	• 53	• 23	• 30
Robinia hispida	—	—	• 10	2. März tot
Sambucus nigra	• 42	2. März tot	• 14	• 23
Tilia parvifolia	2. März tot	—	2. März tot	—
Vitis vinifera	• 53	• 65	• 30	• 45

Pflanze	Beginn des Versuches 5. Jänner 1909		Beginn des Versuches 5. Februar 1909	
	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe
	nach Tagen			
Acer Pseudoplatanus	• 31	—	• 30	—
Aesculus Hippocastanum	• 26	• 33	• 19	• 30
Ampelopsis hederacea	• 26	• 33	• 7	• 14
Betula alba	* 13	24. Febr. tot	* 7	*• 18
Caragana arborescens	• 3	• 13	• 1	• 13
Carpinus Betulus	• 55	—	• 23	—
Cornus alba	• 13	• 20	• 13	• 16
» *mas*	* 7	* 13	* 3	* 14
Cytisus Laburnum	• 13	—	• 7	• 13
Juglans regia	—	—	• 23	• 50
Larix europaea	• 7	• 26	• 4	• 13
Ligustrum vulgare	• 13	• 20	• 6	• 14
Lonicera tatarica	• 6	• 20	• 3	• 12
Populus sp.	* 7	* 20	* 2	* tot
Prunus Chamaecerasus?	* 7	* 26	* 4	* 19
Pirus communis	• 26	—	• 13	• 23
Rhamnus Frangula	• 37	—	• 23	—
Ribes Grossularia	• 7	• 13	• 4	• 12
» *rubrum*	• 13	• 20	• 4	• 11
Robinia hispida	• 13	• 33	• 9	• 23
Sambucus nigra	• 7	• 26 (?)	• 4	• 13
Tilia parvifolia	• 49	—	• 30	• 60
Vitis vinifera	• 49	—	• 13	• 30

Pflanze	Beginn des Versuches 5. November 1908			
	12 Std. im Freien 12 » » Warmhaus		12 Std. im Kalthaus 12 » » Warmhaus	
	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe	Anfang des Treibens	Entfaltung der Blüten- oder Blattknospe
	nach Tagen			
Acer Pseudoplatanus	5. Febr. abgestorben	—	• 86	—
Aesculus Hippocastanum	—	2. März tot	• 70	• 75
Ampelopsis hederacea	• 93	2. März tot	• 56	• 86
Betula alba	5. Febr. abgestorben		* 93	2. März tot
Caragana arborescens	• 34	—	• 44	5. Febr. geschädigt
Carpinus Betulus	5. Febr. abgestorben		5. Febr. geschädigt	
Cornus alba	»		• ?	• 70
» *mas*	»		* 56	* 61
Cytisus Laburnum	—	—	• 86	• 93
Juglans regia	2. März tot	—	•117	—
Larix europaea	»	—	• 70	5. Febr. abgestorben
Ligustrum vulgare	»	—	• 60	•117
Lonicera tatarica	• 21	2. März tot	• 34	• 56
Populus sp.	5. Febr. abgestorben		5. Febr. abgestorben	
Prunus Chamaecerasus?	31. Dez.	»	5. Febr. geschädigt	
Pirus communis	5. Febr.	»	• 76	• 86
Rhamnus Frangula	»		—	—
Ribes Grossularia	»		—	—
» *rubrum*	»		—	—
Robinia hispida	»		—	—
Sambucus nigra	• 36	2. März tot	• 44	—
Tilia parvifolia	2. März tot	—	• 81	•117
Vitis vinifera	5. Febr. abgestorben		• 70	• 75

Betrachten wir zunächst die Versuche mit Pflanzen, die nicht intermittierender Erwärmung und Abkühlung ausgesetzt wurden, so ergibt sich, daß das Austreiben der Knospen um so rascher eintritt, je später sie ins Warmhaus eingestellt wurden, beziehungsweise je länger sie die niedere Temperatur im Freien genossen haben. Die Unterschiede in der Zeitdauer sind sehr groß. So benötigte, um nur ein Beispiel herauszugreifen, eine Blütenknospe von *Cornus mas* zur Entfaltung, wenn sie am

5. November	ins	Warmhaus	gestellt	wurde	...	53 Tage
5. Dezember	»	»	»	»	...	23 »
5. Jänner	»	»	»	»	...	13 »
5. Februar	»	»	»	»	...	10 »

Es müssen demnach während des kühlen Herbstes und des kalten Winters Veränderungen in den Zweigen und Knospen vor sich gehen, die das Austreiben erleichtern. Daß Stoffwandlungen in den Holzgewächsen während der angegebenen Zeit tatsächlich eintreten, ist bekannt und lehren unter anderen besonders die eingehenden Versuche Fischer's,[1] der die Stoffveränderungen bei vielen Holzgewächsen, insbesondere in Rücksicht auf Glykose, Stärke und Fett während des Herbstes und Winters genauer verfolgte. Er sagt:[2] »Man hat unter den Laubhölzern Stärkebäume und Fettbäume zu unterscheiden, zu den letzteren gehören auch die Koniferen. Bei den Stärkebäumen bleibt die Reservestärke im Holze und Marke vom Herbste bis zum Mai unverändert, abgesehen von sehr geringen Schwankungen; nur die Rindenstärke wird im Spätherbst gelöst und erscheint im Frühjahr wieder. Zu den Stärkebäumen gehören die meisten, besonders alle hartholzigen Laubbäume. Bei den Fettbäumen verwandelt sich die Stärke in fettes Öl, ein Teil in der Rinde auch in Glykose. Bei den Stärkebäumen entsteht wenig Fett; neben der Glykose ist vielleicht hier noch ein unbekannter Körper zu berücksichtigen.«

[1] Fischer A., Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Pringsheim's Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, 1891, XXII. Bd., p. 73.

[2] Fischer A., l. c., p. 159.

Und bezüglich der Knospen ist Fischer der Meinung, daß sie erst dann im Winter durch Wärme auszutreiben vermögen, wenn in ihnen die Stärkewandlungen bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten sind und das Stärkeminimum in den Ästen fast eingetreten ist. Ob die Fähigkeit der Knospen, auszutreiben, wirklich mit den von dem genannten Autor studierten Stoffwandlungen direkt oder indirekt zusammenhängt, möchte ich vorläufig dahingestellt sein lassen, es könnten ja neben den bekannten Stoffmetamorphosen noch andere, uns bisher unbekannte ablaufen, die gerade für das Ausklingen der Ruheperiode von Wichtigkeit sind. Tatsache aber ist, daß der Aufenthalt in niederer Temperatur die das Austreiben fördernden Wandlungen in hohem Grade begünstigt, daß viele Holzgewächse, die relativ früh, im Oktober oder Anfang November ins Warmhaus gestellt und dadurch der niederen Temperatur des Herbstes und Winters entzogen werden, im Warmhaus — vorausgesetzt, daß sie nicht schon früher absterben — viel länger zum Austreiben brauchen als die, welche niedere Temperatur einige Zeit genossen haben.

Es hat sich bei meinen Versuchen gezeigt, daß das frühzeitige, schon am Anfang des Herbstes erfolgende Einstellen ruhender, unserem Klima angepaßter Pflanzen ins Warmhaus das Austreiben nicht bloß verzögern kann, sondern die Pflanzen häufig schädigt oder sogar tötet. So trieben Zweige von *Betula alba*, *Carpinus Betulus*, *Populus* sp., *Ribes Grossularia*, die vom 5. November 1908 bis 8. Februar 1909 im Warmhaus verblieben, nicht und starben. Knospen und Stengelgewebe wurden braun und starben ab. Es ist sehr auffällig, daß z. B. Zweige von *Syringa vulgaris* und *Salix Caprea*, die anfangs Oktober ins Warmhaus gebracht wurden, daselbst sogar Mitte März noch nicht austrieben, während Zweige dieser Pflanzen, die im Jänner oder Februar ins Warmhaus aus dem Freien gebracht wurden, binnen kurzer Zeit, *Syringa* schon nach 1 bis 2 Tagen zu treiben begannen. Zweige von *Forsythia suspensa* und *Corylus*, die ich vom 6. Oktober im Warmhaus hielt, blühten überhaupt nicht auf, sondern starben in den Knospen alle ab, ohne überhaupt zu treiben. Der Aufenthalt bei niederer Temperatur während der Ruhe ist eben für unsere Holz-

gewächse etwas normales und der Aufenthalt in höherer Temperatur etwas abnormales. Solche Schädigungen lassen sich auch bei verschiedenen Zwiebelgewächsen, wie z. B. bei *Crocus*, *Scilla*, Hyazinthen, Tulpen u. a. beobachten, wenn sie zu früh in die Treiberei gestellt werden. Die Schädigungen geben sich zumeist dadurch zu erkennen, daß der Blütenschaft sich nicht genügend zu strecken vermag, dann, wie der Praktiker zu sagen pflegt, »sitzen« bleibt und schließlich der Fäulnis anheimfällt und abstirbt.[1]

Wir gelangen nun zu den Versuchen mit intermittierender Erwärmung und Abkühlung. Wie ich schon früher erwähnte, wurden vom 5. November 1908 bis 2. März 1909 Zweige verschiedener Gehölze abwechselnd täglich von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends der Temperatur des Warmhauses und von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens der Temperatur im Freien ausgesetzt (Warmhaus-Freilandpflanzen). Andere Pflanzen derselben Art wurden genau so behandelt, nur wurden sie in der Nacht anstatt ins Freie ins Kalthaus gestellt (Warm-Kalthauspflanzen). Das Resultat war folgendes. Die intermittierende Erwärmung und Abkühlung hat sich im allgemeinen nicht bewährt. Ein früheres Austreiben wurde hierdurch im Vergleich zu den beständig im Warmhaus befindlichen Pflanzen nicht hervorgerufen. Im Gegenteil, die meisten Versuchspflanzen vertrugen insbesondere den Wechsel zwischen Warmhaus und Freiland so schlecht, daß sie häufig geschädigt wurden oder sogar abstarben. Beim Wechsel zwischen Warm- und Kalthaus kamen die Pflanzen etwas besser fort, die Linde trieb sogar im Februar sehr schön aus, doch starben auch hier viele oder wurden geschädigt, oder sie trieben nicht rascher oder sogar später als die ständig ebenso lang im Warmhaus befindlichen Pflanzen. Bei den Warm-Kalthauspflanzen beeinflußt langandauernder Wechsel zwischen relativ hoher und niederer Temperatur die Versuchspflanzen gewöhnlich ungünstig und bei den Warmhaus-Freilandpflanzen mag noch als ungünstiger Umstand hinzukommen, daß die Zweige im Warmhaus für Kälte empfindlicher

[1] Vgl. auch Möbius M., Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena 1897, p. 111.

werden und deshalb leichter erfrieren. Daher vielleicht der viel größere Prozentsatz von absterbenden Pflanzen in dieser Gruppe.

VII.

Einfluß des Warmbades auf ruhende Zwiebeln, Knollen und Samen.

Da das Warmbad in vielen Fällen einen so auffallenden Einfluß auf die ruhenden Knospen so vieler Holzgewächse auszuüben vermag, so lag es nahe, auch zu untersuchen, ob das Warmbad nicht auch eine analoge Wirkung auf ruhende Zwiebeln, Knollen und Samen hervorrufen kann.

Versuche mit Zwiebeln.

A.

Allium Cepa.

1. Um sich von der großen Individualität der Zwiebel einigermaßen unabhängig zu machen, ist es erforderlich, mit Zwiebeln zu arbeiten, die aus demselben Saatgut stammen. Ich arbeitete mit Steckzwiebeln, und zwar der Sorte »Zittauer Riesen«. Zu diesem ersten Versuch wurden 160 Zwiebeln verwendet.

I. 40 Stücke dienten als Kontrolle.
II. 40 Stücke wurden trockener Luft von 35° C. durch 9 Stunden ausgesetzt.
III. 40 Stücke wurden in Wasser von 35° C. durch 9 Stunden gelegt.
IV. 40 Stücke wurden in Wasser von 35° C. durch 12 Stunden gelegt.

Nachher wurden alle in ein mit Erde gefülltes Kistchen gepflanzt und im Warmhaus am Lichte bei einer Durchschnittstemperatur von 15 bis 20° C. kultiviert.

Der Versuch begann am 24. November 1908.

Datum	Kontrolle I	Trockene Luft von 35° C. durch 9 Std. II	Wasserbad von 35° C. durch 9 Std. III	Wasserbad von 35° C. durch 12 Std. IV
	Zahl der treibenden Zwiebeln			
3. Dezember..	9	6	12	14
5. » ..	14	10	20	18
7. » ..	16	12	25	24
10. » ..	17	18	28	27
15. » ..	25	24	38	30

Am 10. Dezember wurde bei jeder ausgetriebenen Zwiebel das längste Blatt gemessen und der Durchschnittswert bestimmt. Es ergab sich

für I die Länge... 10·8 *cm.*
» II » » ... 8·3
» III » » ... 16
» IV » » ... **21·5**

Wurden die Längen des längsten Blattes jeder Zwiebel addiert, so resultierten die Zahlen:

Für I..... 177·5 *cm.*
» II..... 152·0
» III..... 352·5
» IV..... **388·0**

2. Der vorhergehende Versuch wurde am 12. Dezember 1908 mit einer viel größeren Anzahl von Zwiebeln wiederholt. Zu jedem Einzelversuch wurden 130 Stücke, im ganzen also 520 verwendet.

Datum	Kontrolle I	Trockene Luft von 35° C. durch 9 Std. II	Wasserbad von 35° C. durch 9 Std. III	Wasserbad von 35° C. durch 12 Std. IV
	Zahl der treibenden Zwiebeln			
15. Dezember..	0	5	7	8
17. » ..	3	17	25	20
19. » ..	10	44	49	34
22. » ..	49	72	73	64
29. » ..	87	120	126	121

Am 22. Dezember wurden in jeder Versuchsreihe die Längen der längsten Blätter summiert. Ich erhielt so die Zahlen:

Für I..... 112 *cm.*
» II..... 340
» III..... **351**
» IV..... 313

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, begünstigt das Warmwasserbad das Austreiben der Zwiebeln. Der Unterschied zwischen gebadeten und nicht gebadeten Zwiebeln ist namentlich im Anfang sehr deutlich, später kommen die Kontrollpflanzen den gebadeten allmählich nach und dadurch wird die Differenz immer geringer.

Die höhere Lufttemperatur bei neunstündiger Dauer wirkte im ersten Versuch nicht günstig, im zweiten Versuch aber deutlich, so daß ich, da ich keine weiteren Experimente in dieser Richtung anstellte, vorläufig keine weiteren Schlüsse daraus ziehen möchte.

B.

Narcissus poëticus und N. incomparabilis.

Die Versuchsanstellung war im wesentlichen so wie bei den Versuchen mit *Allium Cepa*. Die Zwiebeln wurden in Prag in einer Gärtnerei unter den Namen *N. poëticus (ornatus)* und

N. incomparabilis (Stella) gekauft. Von der ersten Art dienten im ganzen 100 Stücke dem Versuch, von der zweiten 80.

Beginn des Versuches am 10. November 1908.

Narcissus poëticus.

I. 25 Stücke dienten zur Kontrolle.

II. 25 Stücke wurden trockener Luft von 35° C. durch 12 Stunden ausgesetzt.

III. 25 Stücke wurden gebadet in Wasser von 35° C. durch 9 Stunden.

IV. 25 Stücke wurden gebadet in Wasser von 35° C. durch 12 Stunden.

Datum 1909	Kontrolle I	Trockene Luft von 35° C. durch 12 Std. II	Wasserbad von 35° C. durch 9 Std. III	Wasserbad von 35° C. durch 12 Std. IV
	Zahl der treibenden Zwiebeln			
5. Jänner	6	6	11	6
14. »	8	10	18	12
19. »	11	12	18	19
28. »	19	18	21	19
1. Februar ...	21	22	21	19
15. » ...	24	23	22	20

Von Zeit zu Zeit wurden die Längen des längsten Blattes jeder Zwiebel summiert. Es ergab sich:

	Zeit	
	19. Jänner	15. Februar
Für I.....	20·4 *cm*	39 *cm*
» II.....	66·5	106
» III.....	38·2	66
» IV.....	40·1	41

Narcissus incomparabilis.

Alles wie vorher.

Datum 1909	Kontrolle I	Trockene Luft von 35° C. durch 12 Std. II	Wasserbad von 35° C. durch 9 Std. III	Wasserbad von 35° C. durch 12 Std. IV
	Zahl der treibenden Zwiebeln			
5. Jänner	2	6	7	10
14. »	7	10	11	17
19. »	10	12	19	17
28. »	17	14	19	20
1. Februar ...	19	18	20	20
15. » ...	19	18	20	20

Bei der Summierung der Längen des längsten Blattes jeder Zwiebel ergaben sich folgende Werte:

Datum 1909	Summe der Längen des längsten Blattes (in Zentimeter)			
	I	II	III	IV
19. Jänner	13·2	25·5	23·2	13·1
15. Februar ...	248	269	314	349

Ergebnis.

Narcissus poëticus. Im Anfang treiben die gebadeten Zwiebeln rascher aus, später gleicht sich der Unterschied wieder aus, doch waren am Ende des Versuches die Blätter der gebadeten Zwiebeln, wie die Tabelle zeigt, noch immer länger als die der Kontrollpflanzen. Am längsten waren am 19. Jänner die Blätter jener Zwiebeln, die 12 Stunden trockener Luft oder lauem Wasser von 35° C. ausgesetzt waren.

Narcissus incomparabilis. Im wesentlichen war das Ergebnis so wie bei *N. poëticus,* nur hatten schließlich (15. Februar) nicht die der trockenen Luft ausgesetzt gewesenen Zwiebeln, sondern die gebadeten die längsten Blätter.

Obwohl die beschriebenen Versuche mit Narzissen entschieden dafür sprechen, daß das Wasserbad das Austreiben beschleunigt, möchte ich mit einem endgültigen Urteil und mit einer Aufmunterung an die Gärtner, die Pflanze durch Warmbäder zu treiben, vorläufig zurückhalten. Es müßten noch mehr Versuche und zu verschiedener Zeit gemacht werden. Auch schien es mir, daß das von mir benützte Zwiebelmaterial nicht von guter Beschaffenheit war, denn die Zwiebeln brachten nur wenige Blütenknospen hervor und diese wenigen kamen nicht zur Entfaltung, sondern blieben »sitzen«. Jedenfalls scheint die Narzisse keine willige Treibpflanze zu sein, denn ein nicht geringer Prozentsatz der schon getriebenen Zwiebeln stellte frühzeitig sein Wachstum ein und ging unter Abfaulen zugrunde, genau so wie ich es bei *Crocus, Tulipa, Scilla* und *Hyacinthus* oft beobachtete, wenn diese zu früh in die Treiberei gestellt wurden.

Versuche mit Knollen von Sauromatum und Amorphophallus.

Die von mir verwendeten Knollen habe ich im Laufe von 4 Jahren in stattlicher Anzahl aus einigen wenigen Knollen gezogen, indem ich sie alljährlich bei Beginn der Vegetationsperiode in ein Mistbeet auspflanzte und hier bis zum Herbste kultivierte. Am Schlusse der Vegetationsperiode, wenn die Blätter schon vergilbt waren, nahm ich die Knollen aus der Erde heraus und legte sie im Warmhaus auf ein trockenes Brett. Auf diese Weise erhielt ich ein Versuchsmaterial, das unter meiner Kontrolle der gleichen Vorbehandlung ausgesetzt war und daher nur relativ kleine individuelle Verschiedenheit erwarten ließ.

Sauromatum guttatum.

I. 25 Stücke dienten zur Kontrolle.
II. 25 » wurden gebadet in Wasser von 35° C. durch 9 Stunden.

III. 25 Stücke wurden gebadet in Wasser von 35° C. durch 12 Stunden.
IV. 25 Stücke wurden gebadet in Wasser von 35° C. durch 16 Stunden.

Nach dem Bade wurden alle Knollen in große, flache, mit Erde gefüllte Kisten gepflanzt und im Warmhaus bei ungefähr 15 bis 18° C. aufgestellt.

Beginn des Versuches am 12. Dezember 1908.

Zeit	Versuch	Zahl der treibenden Knollen	Gesamtlänge der Blätter in Zentimeter
30. Jänner 1909	I	0	0
	II	5	20
	III	2	3
	IV	6	15
1. Februar 1909	I	2	—
	II	6	—
	III	3	—
	IV	7	—
8. Februar 1909	I	10	29
	II	16	139
	III	14	49
	IV	14	109
16. Februar 1909	I	16	148
	II	20	329
	III	21	218
	IV	20	301

Der günstige Einfluß auf das Austreiben der *Sauromatum*-Knollen war sehr deutlich. Die gebadeten Knollen trieben durchwegs rascher als die ungebadeten, und zwar wirkte das Bad von 9 Stunden am günstigsten.

Amorphophallus Rivieri.

Beginn des Versuches am 12. Dezember 1908.

I. 8 Knollen dienten zur Kontrolle.
II. 8 Knollen wurden in Wasser von 35° C. gebadet durch 12 Stunden.
III. 8 Knollen wurden in Wasser von 35° C. gebadet durch 16 Stunden.

Zeit	Versuch	Zahl der treibenden Knollen	Gesamtlänge der Blätter in Zentimeter
30. Jänner 1909	I	0	0
	II	0	0
	III	1	3·5
1. Februar 1909	I	0	0
	II	2	4
	III	1	5
8. Februar 1909	I	0	0
	II	3	6
	III	3	22
16. Februar 1909	I	1	0·5
	II	3	17
	III	4	23
2. März 1909	I	3	5
	II	4	44
	III	4	74
17. März 1909	I	5	23
	II	4	104
	III	7	137

Der fördernde, beschleunigende Einfluß des Laubades auf das Treiben der *Amorphophallus*-Knollen war noch günstiger als bei *Sauromatum*. Das 16stündige Bad war wirksamer als das 12stündige.

Untersuchungen mit Knollen von anderen Pflanzenarten werden zeigen, ob der begünstigende Einfluß des Warmbades auf das Austreiben ein allgemeiner ist oder nicht. Es war naheliegend, mit der leicht beschaffbaren Kartoffel zu arbeiten. Die Versuche, die ich bisher damit machte, führten aber vorläufig zu keinem klaren Resultat, es bedarf noch weiterer Untersuchungen, bevor ein abschließendes Urteil bezüglich der Kartoffel gefällt werden kann.

Immerhin geht aus meinen Untersuchungen mit anderen Gewächsen hervor, daß nicht bloß Gehölze zum früheren Austreiben durch ein Warmbad gezwungen werden können, sondern auch relativ saftreiche Pflanzenteile, wie gewisse Zwiebeln und Knollen. Sie verhalten sich demnach ähnlich wie die Rhizomknospen von Convallarien, die sich mittels des Warmbades ausgezeichnet treiben lassen.[1]

Versuche mit Samen.

Viscum album.

Die Samen dieser Pflanze haben bekanntlich eine ausgesprochene Ruheperiode.[2] Im Herbste oder Winter der Beere entnommen, keimen sie nicht, im März, besonders im April oder Mai keimen sie dagegen sehr gut. Es empfiehlt sich daher, gerade mit diesen Samen Versuche zu machen, wenn man den Einfluß des Warmbades auf die Keimung von Samen eruieren will.

Erster Versuch.

Der erste Versuch wurde am 9. Jänner 1908 gemacht. Die von einem einzigen großen Mistelbusch, der auf einer Kiefer wuchs, frisch gepflückten Beeren wurden, nachdem sie vom Schleim mit einem Leinwandlappen befreit worden waren, zum

---

[1] Molisch H., Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). L. c., p. 18 bis 19.

[2] Wiesner J., Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*. Diese Sitzungsber., Abt. I, 1894, p. 401 bis 402.

Teil intakt gelassen, zum Teil in feuchter Luft von bestimmter Temperatur und zum Teil in warmem Wasser gebadet. Genauer gesagt:

I. 20 Samen dienten zur Kontrolle.
II. 20 » lagen 9 Stunden in feuchter Luft von 30° C.
III. 20 » » 9 » » » » » 40° »
IV. 20 » » 24 » » » » » 35-40° C.
V. 20 » » 9 » » Wasser » 30° C.
VI. 20 » » 9 » » » » 40° »

Hierauf wurden die Samen auf Glasscheiben so aufgelegt, daß sie anhafteten, was bei mäßigem Eintrocknen der noch zurückgebliebenen Schleimreste leicht gelingt, und endlich wurden sie im Warmhaus am Lichte knapp unter dem Glasdache aufgestellt.

Datum 1908	Zahl der keimenden Samen					
	Kontrolle	in feuchter Luft von			im Warmbad von	
		30° C. durch 9 Stund.	40° C. durch 9 Stund.	35 bis 40° C. durch 24 Stunden	30° C. durch 9 Stunden	40° C. durch 9 Stunden
	I	II	III	IV	V	VI
28. Februar .	3	2	0	2	2	0
10. März ...	6	6	0	6	4	2
2. April....	15	14	3	14	15	8
7. Mai	15	16	3	16	18	10

Das warme Luft- und Wasserbad übte keinen günstigen Einfluß auf die Raschheit der Keimung aus, sondern einen ungünstigen. Am besten keimten die Samen, welche keinem Bade ausgesetzt wurden.

Zweiter Versuch.

Versuch mit 180 Samen am 9. Jänner 1909. Sonst alles wie vorher.

I. 45 Samen dienten zur Kontrolle.
II. 45 » lagen 9 Stunden im Wasser von 33 bis 36° C.
III. 45 » » 16 » » » » 33 » 36° »
IV. 45 » » 24 » » » » 33 » 36° »

Datum 1909	Zahl der keimenden Samen			
	Kontrolle	im Wasser von 33 bis 36° C. gebadet durch		
		9 Stunden	16 Stunden	24 Stunden
	I	II	III	IV
12. Februar ...	—	—	—	1
5. März	1	—	—	—
10. »	9	3	2	1
18. »	22	8	2	1
26. »	28	18	7	6

Da sich bei meinen Warmbadversuchen mit Zweigen von Holzgewächsen herausgestellt hat, daß das Warmbad nicht zu jeder Zeit der Ruheperiode wirkt, sondern nicht selten erst, wenn die Ruhe nicht mehr sehr fest ist, so wurde auch noch ein Versuch mit *Viscum* in späterer Jahreszeit gemacht.

Dritter Versuch.

Beginn des Versuches am 24. Februar 1909.

I. 40 Samen dienten zur Kontrolle.
II. 40 » wurden 9 Stunden gebadet im Wasser von 30° C.
III. 40 » » 9 » » » » » 38° »
IV. 40 » » 12 » » » » » 30° »
V. 40 » » 12 » » » » » 38° »
VI. 40 » » 24 » trockener Luft ausgesetzt von 38° C.
VII. 40 Samen wurden 48 Stunden trockener Luft ausgesetzt von 38° C.
VIII. 40 Samen wurden 10 Tage trockener Luft ausgesetzt von 38° C.

Datum 1909	Zahl der keimenden Samen							
	Kontrolle	9 Std. gebadet in Wasser von 30° C.	9 Std. gebadet in Wasser von 38° C.	12 Std. gebadet in Wasser von 30° C.	12 Std. gebadet in Wasser von 38° C.	24 Stund. trockener Luft ausgesetzt von 38° C.	48 Stund. trockener Luft ausgesetzt von 38° C.	10 Tage trockener Luft ausgesetzt von 38° C.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10. März..	8	11	10	11	7	0	0	0
18. » ..	12	19	10	18	8	0	0	0
26. » ..	12	19	10	18	11	0	0	0

Der letzte Versuch hat also meine Vermutung bestätigt. Wenn die Samen zu einer Zeit gebadet werden, da die Ruheperiode nicht mehr so fest ist wie im Jänner, übt tatsächlich das Warmbad einen günstigen Einfluß auf die Raschheit der Keimung aus, und zwar bewährte sich ein neunstündiges Bad von 30° C. am besten. Überdies ergab sich die interessante Tatsache, daß die Mistelsamen, welche trockener Luft von 38° C. ausgesetzt wurden, schon nach 24 Stunden so geschädigt wurden, daß sie überhaupt nicht mehr keimten.

Fraxinus excelsior.

Auch dem Samen dieser Pflanze ist eine lange Ruheperiode eigen. Sie keimen gewöhnlich erst im zweiten Jahre nach ihrer Entstehung. 100 Früchte, die ich selbst am 22. April 1908 vom Baume abgenommen hatte, wurden im Wasser von 35° C. durch 24 Stunden gebadet, in mit Sand gefüllte Blumentöpfe ausgepflanzt und im Kalthaus hell aufgestellt. Ende Februar 1909 begannen die Früchte zu keimen, doch zeigten die gebadeten kein rascheres Keimen gegenüber den 100 nicht gebadeten.

Es wäre noch zu prüfen, ob sich die Früchte, wenn sie später, etwa 2 Monate vor ihrer normalen Keimung gebadet werden, nicht doch anders verhalten, denn es wäre möglich, daß sie zu der Zeit, da die Ruhe nicht mehr so fest ist, ein ähnliches Verhalten wie die Mistelsamen zeigen.

VIII.

Theoretisches.

Bei meinen Versuchen hat sich herausgestellt, daß zu einer Zeit, in der die Ruheperiode noch relativ fest ist, also kurz vor oder kurz nach dem herbstlichen Laubfall das Warmwasserbad durch ein warmes Luftbad nicht ersetzt werden kann; wohl aber bei gewissen Pflanzen später, wenn die Ruhe von ihrer Festigkeit schon eingebüßt hat. Bei manchen Gewächsen, z. B. beim Flieder, tritt das letztere schon verhältnismäßig früh ein, nämlich schon Ende November, bei anderen, z. B. bei *Acer Pseudoplatanus*, aber viel später. Würde das Wasserbad durch ein entsprechendes Luftbad stets vertreten werden können, so müßte man wohl der höheren Temperatur allein den wachstumauslösenden Einfluß auf die Knospen zuschreiben. Da aber zur Zeit tiefer Ruhe das Warmwasserbad allein wirkt und nicht auch das warme Luftbad, so muß noch etwas anderes dabei im Spiele sein. Mit dem Warmbad — dies müssen wir uns vor Augen halten — wird nicht bloß der Temperaturgrad verändert, sondern es wird gleichzeitig ein ganzer Komplex von Erscheinungen geschaffen, dem die Pflanze unterworfen wird. Zunächst die höhere Temperatur, dann die Erschwerung der Atmung unter Wasser, die vielstündige Berührung mit lauem Wasser, die Aufnahme von Wasser und die dadurch bedingte Quellung der Zellwände und gewisser Zellinhaltsbestandteile.

Was zunächst die Erschwerung der Atmung anbelangt, so wäre es ja von vornherein nicht unmöglich, daß sie eine Rolle spielt. Das Wasser enthält namentlich bei höherer Temperatur viel weniger Sauerstoff gelöst als in einem gleichgroßen Luftinhalt vorhanden ist, der Ersatz des Sauerstoffes ist unter Wasser erschwert, das Sauerstoffbedürfnis aber bei höherer Temperatur besonders groß. Daher muß in den Zweigen und deren Knospen alsbald Sauerstoffnot eintreten und wenn diese zu lange andauert, so leiden die Knospen leicht Schaden. Aus diesem Grunde soll man nie länger baden als unbedingt notwendig ist.

Nach Versuchen, die ich mit Zweigen verschiedener Pflanzen *(Corylus, Salix)* gemacht habe, scheint aber die Sauerstoffnot keine oder nur eine unbedeutende Rolle zu spielen.

Der zunächstliegende Gedanke ist nun der, daß die mit der Wasseraufnahme verbundene Quellung und die länger währende Berührung mit dem lauwarmen Wasser von maßgebender Bedeutung sind. Während des Bades haben die Zweige und ihre Knospen Gelegenheit, Wasser aufzunehmen, die Zellwände werden stärker quellen und hierdurch einen leichteren diosmotischen Stoffaustausch zwischen benachbarten Zellen und Geweben ermöglichen. Auf den ersten Blick erscheint das alles recht plausibel, allein in Wirklichkeit ist, wie ich mich überzeugt habe, die Menge des durch die Zweige aufgenommenen Wassers eine auffallend geringe. Sie beträgt bei fingerlangen Zweigen, deren Schnittfläche an der Basis versiegelt war und die einem neunstündigen Warmbad von 35° C. unterworfen wurden,

bei *Acer Pseudoplatanus* ..... 0·7%,
» *Aesculus Hippocastanum* .... 1·3%,
» *Syringa vulgaris* ..... 1·9%.

Man könnte nun allerdings einwenden, die Wasseraufnahme beziehe sich hier auf die ganzen Zweige, in Wirklichkeit könnte aber die Hauptmasse des Wassers nur von den Knospen aufgenommen worden sein und dann wäre die Wasseraufnahme, für diese allein berechnet, in der Tat eine viel größere. Es wurden daher in dem folgenden Versuch die Knospen für sich allein geprüft. Nachdem die Basis der frisch abgeschnittenen Knospen mit Siegellack vor Wasseraufnahme geschützt worden war, wurden sie demselben Warmbad wie vorhin unterworfen und vor und nach dem Bade gewogen. Nach dem Bade wurden die Knospen — und dasselbe geschah auch mit den vorhin erwähnten Zweigen — von dem anhaftenden Wasser vorsichtig mit einem reinen Leinwandlappen rasch befreit. Die Wägung ergab eine Wasseraufnahme der Knospen

bei *Acer Pseudoplatanus* ..... 1·3%,
» *Aesculus Hippocastanum* .... 1·1%,
» *Syringa vulgaris* ..... 0·9%.

Die Zahlen besagen daher, daß auch die Knospen während des Warmbades eigentlich wenig Wasser aufnehmen, worüber man sich namentlich bei gewissen Knospen *(Aesculus)* nicht besonders wundern darf, wenn man bedenkt, daß die äußersten Knospenschuppen mit Gummiharz wie lackiert erscheinen und überdies an ihrer Oberfläche mit Kork, einem für Wasser recht schwer durchlässigen Gewebe, bedeckt sind.

Früher war ich geneigt, der Wasseraufnahme und der damit Hand in Hand gehenden Quellung der Membranen und Zellinhaltsbestandteile den Hauptanteil in der Wirkung des Laubades auf die ruhende Knospe zuzuschreiben. Jetzt aber sehe ich mich auf Grund der eben angeführten Tatsachen, die gegen eine bedeutende Wasseraufnahme Zeugnis ablegen, genötigt, das Schwergewicht auf den langen Kontakt mit dem lauwarmen Wasser zu legen. Es sind ja bereits genug Tatsachen bekannt, die uns beweisen, daß Wasser oder feuchte Luft als Reize im Pflanzenleben wirken können. Ich erinnere nur daran, daß die Anlage der Trennungsschichte am Blattgrunde von Holzgewächsen durch Einstellen von Zweigen in einen dunstgesättigten Raum angeregt und hierdurch der Blattfall herbeigeführt werden kann. Ich erinnere daran, daß ein Feuchtigkeitsunterschied der Luft in der Umgebung einer Wurzel eine Wachstumskrümmung auslöst, derzufolge sich die Wurzel zum feuchten Orte hinwendet und ich weise endlich darauf hin, wie leicht die Entstehung von Wurzeln an verschiedenen Sprossen von *Tradescantia*, *Hedera*, *Polygonum*-Arten, *Fragaria* und hundert anderen bewirkt werden kann, wenn man die Sprosse mit feuchter Luft oder noch besser mit Wasser längere Zeit in Berührung bringt. Wir dürfen daher mit Rücksicht auf das Gesagte annehmen, daß auch beim Warmbad der vielstündige Kontakt mit dem lauwarmen Wasser, wahrscheinlich in Verbindung mit der zwar geringen, aber dennoch stattfindenden Wasseraufnahme einen Reiz ausübt und hierdurch jene Revolution anregt, die zur Ausmerzung oder Verkürzung der Ruheperiode und damit zum Austreiben der Knospen führt. Hiermit werden sicherlich chemische Prozesse in Gang gesetzt. Von welcher Art sind diese?

Nach der bekannten Auffassung von Hermann Müller (Thurgau) beruht die Ruheperiode der Pflanze auf Mangel an reduzierendem Zucker.[1] Nach und nach entsteht bei der niederen Temperatur des Herbstes und Winters aus Stärke durch Einwirkung der Diastase eine größere Menge von Glykose. Damit ist aber Kraftmaterial für die Atmung und Baustoff für das Wachstum gewonnen und die Pflanze kann nun treiben. Zahlreiche, höchst sorgfältige analytische Belege, die besonders mit ruhenden, bei niederer Temperatur süß werdenden Kartoffeln gewonnen wurden, und verschiedene Experimente, die wir dem genannten ausgezeichneten Schweizer Pflanzenphysiologen verdanken, dienen der skizzierten Theorie zur Stütze. So zeigte er unter anderem, daß er die Ruheperiode der Kartoffeln dadurch ausmerzen konnte, daß er sie etwa 14 Tage bei einer Temperatur knapp über Null — wobei die Kartoffeln infolge von Zuckeranhäufung süß werden — hielt und nachher unter günstige Wachstumsbedingungen brachte. Was nun in diesem Experiment mit Kartoffeln geschieht, soll sich nach Müller auch in den ruhenden Gehölzen abspielen. Auch hier findet in den Wintermonaten eine allmähliche Zuckeransammlung statt und sobald diese einen gewissen Grad erreicht hat, sei Wachstum der Knospen möglich (l. c., p. 897).

Johannsen, der bekannte Entdecker des Ätherverfahrens beim Treiben der Pflanzen, hat, gestützt auf Müller's Anschauungen über die Ruheperiode der Pflanzen und auf Cl. Bernard's Untersuchungen über den Einfluß des Äthers auf die Pflanze, sich die Vorstellung gebildet, daß ähnlich wie in Müller's Versuchen die Kälte die Hydrolysierungsprozesse allmählich fördert und die Kondensationsprozesse hemmt, der Äther auch bei dem Reifungsprozeß der Samen, den ruhenden Kartoffeln und Holzgewächsen dem Stoffwechsel eine andere Richtung gibt, in dem Sinne, daß die Hydrolisierung der Kohlehydrate, hauptsächlich die Überführung von Stärke in Zucker das Übergewicht erhält und die Kondensation zurücktritt.[2]

[1] Hermann Müller (Thurgau), Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. Landwirtschaftl. Jahrbücher (Thiel), 14. Bd., 1885.

[2] Johannsen W., Über Rausch und Betäubung der Pflanzen. Naturwissenschaftl. Wochenschrift. 1902, p. 110 bis 111.

Die Analysen Johannsen's, z. B. für reifende Lupinensamen und ruhende Kartoffeln, beweisen, daß dies nicht bloß für die stickstofffreien, sondern auch für die stickstoffhältigen organischen Körper gilt. Obwohl der genannte Autor findet, daß der Stoffwechsel reifender und ruhender Organe durch anästhesierende Mittel immer oder fast immer in der angegebenen Weise beeinflußt wird, bezeichnet er doch, da es nicht bei allen Pflanzen und jedenfalls nicht jederzeit gelingt, die Ruheperiode durch Kälte oder Äther aufzuheben, die Müller'sche Theorie als unhaltbar.[1]

Ich selbst bin der Meinung, daß die tatsächlichen Belege, die H. Müller für seine Theorie vorgebracht und die weiteren Forschungen, die Johannsen beigesteuert hat, uns in der Kenntnis der bei der Aufhebung der Ruheperiode platzgreifenden Stoffwechselvorgänge einen bedeutenden Schritt vorwärts geführt haben, aber ich stehe mit Johannsen in Übereinstimmung, wenn er betont, daß wir die Ruheperiode heute noch nicht befriedigend erklären können.

Zur besseren Beurteilung der Müller'schen Theorie sei noch auf folgende Tatsachen hingewiesen.

Jost[2] hat gezeigt, daß eine Verwundung bei ruhenden Kartoffeln und ruhenden Zweigen verschiedener Holzgewächse als Wachstumsreiz wirkt und entweder Periderm- oder Kallusbildung veranlaßt. Man kann daher einen Zweig zu einer Zeit, wo bestimmt kein Wachstum mehr stattzufinden pflegt, zur Kallusbildung bewegen, indem man sein Kambium verletzt. »Dies beweist«, sagt Jost, »daß ein solcher in Winterruhe befindlicher Zweig alle zum Wachstum nötigen Stoffe beherbergt; zweitens, daß seine Ruheperiode nicht durch Mangel an Nährstoffen veranlaßt ist«. Allein meiner Meinung nach könnte man sich doch vorstellen, daß vor der Verwundung die Nährstoffe zwar vorhanden waren, aber nicht in der richtigen Form und daß sie erst durch den Wundreiz in die richtige, zum Wachstum taugliche Form gebracht wurden. Und wenn der

[1] Johannsen W., Ätherverfahren. L. c., p. 42 ff.

[2] Jost L., Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Botan. Zeitung, 1893, p. 102 bis 103.

Zweig Kallus an den Wundflächen bildet, seine Knospen aber doch nicht austreiben, so mag dies darauf zurückzuführen sein, daß der Wundreiz die Nährstoffe nur auf eine gewisse Sphäre hinaus zu mobilisieren vermag und der werdende Kallus die mobilisierten Stoffe ganz an sich reißt, so daß den Knospen davon nichts zuteil wird.

Im Widerspruch mit Müller's Annahme von der Zunahme der Glykose in den Zweigen während des Winters scheinen auch die Befunde A. Fischer's[1] zu stehen, denn dieser sagt: »Im Winter sind die glykosearmen Hölzer gleichfalls glykosearm; bei den glykosereichen ist eine mehr oder weniger große Abnahme der Glykose zu bemerken, die am weitesten bei *Prunus avium* zurückgeht«. Fischer's Untersuchungen, die uns so wertvolle Aufschlüsse über die in den Holzgewächsen vor sich gehenden Stoffwandlungen gegeben haben, können aber speziell für unsere Frage vorläufig noch nicht als entscheidend angesehen werden, da sie nur auf approximativen Schätzungen und nicht auf quantitativen analytischen Belegen fußen. Auch wäre noch zu prüfen, ob sich nicht vielleicht Knospen diesbezüglich doch anders verhalten als die Äste.

Ferner möchte ich darauf aufmerksam machen, daß Fliederzweige *(Syringa vulgaris)*, die Anfang Oktober ins Warmhaus gestellt werden, nach meinen Beobachtungen im Jänner und Februar noch immer nicht austreiben, obwohl sie nicht unbedeutende Mengen Glykose enthalten.

Wäre Glykose das allein Maßgebende, so sollte man doch erwarten, daß wenigstens unter diesen Verhältnissen eine schwache Schwellung oder ein schwaches Treiben der Knospen eintritt. Das war aber nicht der Fall.[2]

---

[1] Fischer A., Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Pringsheim's Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. 22, 1891, p. 158.

[2] Bei dieser Gelegenheit will ich auf eine interessante Erscheinung aufmerksam machen, die ich an den Knospen von *Syringa vulgaris* beobachtet habe. Wenn man diese durch einen quer zur Längsachse gerichteten Schnitt halbiert, so treten besonders im Herbste nach dem Laubfall und im Winter aus den Gefäßbündeln der Knospenschuppen und den Blütenanlagen nach kurzer Zeit Tröpfchen hervor, die sich im Laufe der nächsten Stunden ver-

Im Widerspruch mit der Theorie von H. Müller steht ferner die Tatsache, daß auch sehr zuckerreiche Organe, wie z. B. viele Zwiebeln, längere Zeit in Ruhe verharren und daher möchte ich Johannsen beipflichten, wenn er Zuckermangel nicht allgemein als Ursache der Ruheperiode ansieht.

Die Ätherwirkung in der Ruheperiode beruht nach Johannsen nicht in einer direkten Förderung des Wachstums, sondern in der Beseitigung irgendeiner Hemmung, die das Wachstum zurückhält, und ist als Regulierungsstörung in der Pflanze aufzufassen.[1]

Diese Möglichkeit kann mutatis mutandis auch für die Wirkung des Warmbades in Anspruch genommen werden, wobei wir uns aber immer vor Augen halten müssen, daß wir über die Natur der Hemmung nichts wissen.

Es ist von Jost[2] schon betont worden, daß die Wirkung des Äthers bei der Methode Johannsen's wahrscheinlich keine spezifische ist, sondern vielleicht auch noch andere Gifte, wenn sie in einer noch nicht schädlichen Konzentration angewendet würden, ähnliche Wirkungen hervorrufen könnten. Dieser Gedanke erfährt durch die Ergebnisse der Warmbadmethode meiner Meinung nach eine Stütze, da ja — von den Giften vorläufig abgesehen — sich durch das Warmbad dasselbe erzielen läßt wie durch Äther. Es ist möglich, daß die Veränderungen, welche das ruhende Plasma durch Äther und das Warmbad erfährt, analoge sind, über die Natur dieser Veränderungen, welche schließlich zum Austreiben führen, läßt sich im speziellen Genaueres nicht sagen und bleibt künftiger Forschung überlassen.

---

größern und schließlich oft zu einem einzigen großen, wasserklaren Saftropfen zusammenfließen, der die ganze Schnittfläche kuppenförmig bedeckt. Der Tropfen verwandelt sich beim Eintrocknen in eine schneeweiße, aus einem Krystallbrei bestehende Masse. Nach der Löslichkeit, dem Aussehen, den Eigenschaften der Krystalle, besonders aber mit Rücksicht auf die Tatsache, daß sie in einer gesättigten Mannitlösung in ihrer ursprünglichen Form weiterwachsen, bestehen die Krystalle höchstwahrscheinlich aus Mannit.

[1] Johannsen W., Ätherverfahren. L. c., p. 27, 42 ff.

[2] Jost L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1904, p. 422.

IX.

Zusammenfassung.

1. Bei der Fortsetzung seiner Versuche über den Einfluß des Warmbades auf das Treiben der Pflanzen stellte der Verfasser fest, daß das Warmbad die Knospen gewisser Holzgewächse schon vor dem herbstlichen Laubfall zum Austreiben veranlaßt, so bei *Forsythia* im September und bei *Syringa* sogar schon im Juli. Dies ist aber nicht der gewöhnliche Fall, denn die Knospen der meisten Holzgewächse reagieren auf das Laubad vor dem herbstlichen Laubfall nicht.

2. Das warme Wasserbad kann bei den untersuchten Pflanzen durch ein Luftbad, d. h. durch einen gleich langen Aufenthalt in dunstgesättigter Luft von derselben Temperatur in der Zeit vor dem herbstlichen Blattfall und im Herbste in der Regel nicht vertreten werden. Sogar wenn das Luftbad länger währt als das Wasserbad, hat das Luftbad zu dieser Zeit gewöhnlich keine oder eine sehr schwache treibende Kraft. Nur bei *Syringa* wirkt ein mehrstündiger Aufenthalt in warmer, dunstgesättigter Luft schon im Dezember begünstigend auf das Austreiben der Knospen ein; später, wenn die Ruhe nicht mehr sehr fest ist, auch bei zahlreichen anderen Gewächsen, z. B. bei *Acer Pseudoplatanus, Rhamnus Frangula, Aesculus Hippocastanum* und *Juglans regia*.

Der Praktiker wird sich, da er die zu treibenden Gewächse möglichst früh zur Blüte bringen will, fast ausschließlich des Wasserbades bedienen müssen.

Welche Faktoren kommen nun beim Warmbad als wirksam in Betracht? Da zur Zeit der tiefen Ruhe das Warmbad durch ein entsprechendes Luftbad gewöhnlich nicht ersetzt werden kann, so kann es die höhere Temperatur allein nicht sein, die die Ruheperiode ausmerzt und abkürzt. Man darf nicht vergessen, daß mit dem Eintauchen in das Warmbad nicht bloß die Temperatur erhöht, sondern ein ganzer Komplex von Erscheinungen geschaffen wird, der auf die Pflanze einzuwirken vermag: die höhere Temperatur, die Erschwerung der Atmung unter Wasser, die Wasseraufnahme, die damit verbundene Quellung der Membranen und gewisser Zellinhaltsbestandteile

und ganz besonders der vielstündige Kontakt mit dem lauwarmen Wasser. Er dürfte in erster Linie als Reiz wirken und jene Revolution in den Zweigen hervorrufen, die zum Austreiben der Knospen führt. Ob dabei Glykose, andere lösliche Kohlehydrate und lösliche organische Stickstoffverbindungen rasch disponibel werden und ob die Hydrolysierungsprozesse im Gegensatz zu Kondensationsprozessen in den Vordergrund treten, wie beim Treiben der Pflanzen mittels Ätherisierens, verdient spezielle und eingehende Untersuchung.

3. Von gärtnerisch wichtigen Pflanzen lassen sich mittels der Warmbadmethode ausgezeichnet treiben: *Syringa vulgaris, S. Persica, Forsythia suspensa, Prunus triloba, Spiraea palmata, Sp. japonica, Azalea mollis, A. Pontica, Salix Caprea* und *Convallaria majalis.*

4. Das Warmbad wirkt auch beschleunigend auf das Austreiben ruhender Zwiebeln von *Allium Cepa* (Steckzwiebeln), ein wenig auf das von *Narcissus poëticus* und *N. incomparabilis* und sehr deutlich auf das Austreiben der Knollen von *Sauromatum guttatum* und *Amorphophallus Rivieri.* Auch die Keimung der ruhenden Mistelsamen kann das Warmbad günstig beeinflussen, aber erst zu einer Zeit, wenn die Ruhe schon im Ausklingen begriffen ist.

5. Das Austreiben ruhender Knospen (ohne Bad) erfolgt in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Müller (Thurgau), Pfeffer, Howard u. a. im Warmhaus um so rascher, je länger sie vorher Gelegenheit hatten, im Freien niedere Temperatur zu genießen. Zweige von *Syringa vulgaris* und *Salix Caprea* treiben, wenn sie schon Anfang Oktober ins Warmhaus gestellt werden, selbst im März noch nicht aus, andere werden, wenn sie früh angetrieben und dauernd warm gehalten werden, geschädigt oder getötet. Hingegen treiben viele Pflanzen sehr willig, nachdem sie längere Zeit der Kälte ausgesetzt waren; je länger dies im Winter der Fall war, desto leichter treiben sie.

Ein täglich erfolgender Wechsel zwischen Wärme und Kälte, selbst durch mehrere Monate fortgesetzt, wirkt auf das Austreiben ruhender Knospen nicht nur nicht begünstigend, sondern häufig schädlich ein.

6. Bekanntlich treiben die jungen, eben angelegten Knospen der Gehölze, wenn diese im Frühjahr entblättert werden, rasch aus. Systematisch mit *Syringa* durchgeführte, sich über die ganze Vegetationsperiode erstreckende Entblätterungsversuche haben gezeigt, daß von Ende Mai bis 1. Juli vollends entlaubte Sträucher sich reichlich, wenn auch mit kleineren Blättern, belauben, daß aber vom halben Juli das Treiben fast ganz und von Anfang August schon ganz unterbleibt. Werden hingegen nur einzelne Äste eines Strauches entblättert, während die Hauptmasse des Strauches belaubt bleibt, so treiben, wenn die Entblätterung Ende Mai erfolgt, die inzwischen schon angelegten Winterknospen aus, aber schon eine Mitte Juni durchgeführte Entlaubung bewirkt kein oder fast kein Austreiben mehr. Das Warmbad aber weckt beim Flieder auch schon die junge Knospe vom Juli an aus ihrem Schlafe, ein schöner Beweis für die außerordentlich erregende Wirkung des Laubades auf die ruhende Knospe.

Erklärung der Figuren.

Tafel I.

Fig. 1. *Prunus triloba.* Die rechte Hälfte der Topfpflanze wurde am 18. November durch 9 Stunden im Wasser von 35° C. gebadet. 40 Tage später stand die gebadete Hälfte in voller Blüte, während zu dieser Zeit die ungebadete noch keine einzige Knospe entfaltet hatte.

Fig. 2. *Azalea mollis.* Die rechte Hälfte der Krone wurde am 15. Dezember in Wasser von 29 bis 33° C. durch 12 Stunden gebadet, die linke nicht. Die gebadete Hälfte stand 47 Tage nachher in vollem Blüten- und Laubschmuck, die ungebadete hatte zu dieser Zeit ihre Laubknospen auch teilweise entwickelt, aber noch keine Blütenknospen geöffnet.

Fig. 3. *Salix Caprea.* Gabelzweig. Rechts am 25. November durch 12 Stunden im Wasser von 30 bis 35° C. gebadet, links nicht. Am 12. Dezember wurde der Zweig photographiert. Nur die gebadete Hälfte blüht, die andere ist fast unverändert.

Fig. 4. *Syringa vulgaris.* Die rechte Hälfte der Krone wurde am 17. November im Wasser von 29 bis 31° C. durch 12 Stunden gebadet. 40 Tage später stand die gebadete Hälfte in vollem Blüten- und Laubschmuck, während die ungebadete sich kaum geändert hat.

Tafel II.

Fig. 5. *Spiraea palmata elegans hort.* Pflanze rechts am 28. November im Wasser von 28 bis 32° C. durch 12 Stunden gebadet. Pflanze links wurde nicht gebadet. Die Fig. 5 zeigt das Aussehen der Pflanzen am 4. Jänner.

Fig. 6. *Spiraea japonica.* Derselbe Versuch wie vorher. Die beiden gebadeten Pflanzen rechts haben 37 Tage nach dem Bade reiches Laub entwickelt, die ungebadete Kontrollpflanze zeigt erst ein kleines Blättchen.

Fig. 7. *Spiraea japonica.* Derselbe Versuch wie vorher, nur mit dem Unterschied, daß die mittlere Pflanze samt den Wurzelballen gebadet wurde, die Pflanze rechts aber nur mit den Knospen. Die mittlere Pflanze ist etwas schwächer, weil das Laubad die Wurzeln gewöhnlich nicht günstig beeinflußt.

Fig. 1

Fig. 4

Fig. 2

Fig. 3

Richter und Molisch phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 5

Fig. 6

Richter und Molisch phot. Fig. 7 Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen

von

Rudolf Hoernes,

k. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.)

Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen ist oft genug Gegenstand der Erörterung durch Geographen und Geologen gewesen, in neuerer Zeit haben sich — abgesehen von den russischen Autoren: J. Muschketow, N. Andrussow, N. Sokolow und dem Engländer Th. Englisch, auf deren Ausführungen später eingehend zurückzukommen sein wird — namentlich A. Philippson (1898)[1] und J. Cvijić (1908)[2] eingehender mit ihr beschäftigt. Beide erklären übereinstimmend Bosporus und Dardanellen (wie das Andrussow schon seit 1893 behauptete[3]) für einstige Flußtäler, welche heute vom Meere eingenommen werden, und beide stimmen auch darin überein, daß sie den Fluß, welcher die Erosionsfurchen erzeugte, die Richtung von Nordost nach Südwest nehmen lassen, d. h. ihn

---

[1] A. Philippson, Bosporus und Hellespont. Hettner's Geographische Zeitschrift, IV, 1898, p. 16 bis 26.

[2] J. Cvijić, Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und Altserbien. Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 162, p. 374 bis 392.

[3] N. Andrussow, Sur l'état du bassin de la mer Noire pendant l'époque pliocène. Melanges géologiques et paléontologiques, tirés du Bulletin de l'Académie Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, t. I, livr. 2e, p. 175. — Derselbe, Die Probleme der weiteren Erforschung des Schwarzen Meeres und der angrenzenden Länder (russisch). Beilagen zu den Mémoires de l'Académie Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, t. LXXII, Nr. 3, 1903.

als Abfluß eines einstigen, an Stelle des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees gegen die Region des Ägäischen Meeres darstellen, Philippson allerdings in etwas unsicherer, Cvijić hingegen in bestimmtester Weise, indem er die Bildung jener heute Meerengen darstellenden Tiefenlinien dem »pliocänen ägäischen Flusse« zuschreibt. Auch Philippson versetzt jene fluviatile Erosionstätigkeit, welche die Rinnen des Bosporus und der Dardanellen schuf, ins Pliocän.

Philippson, welcher den Gegenstand nach einem in der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde in Bonn gehaltenen Vortrag erörterte, hat die vor ihm geäußerten Ansichten keiner Diskussion unterzogen, er hat auch die Ausführungen Andrussow's, die ihm nur aus dem das Schwarze Meer betreffenden Teil des gelegentlich des VII. Geologenkongresses 1897 veröffentlichten Exkursionsführers[1] bekannt waren, nur in nebensächlichen Belangen erwähnt; auf K. E. A. v. Hoff, der schon vor langer Zeit durch eingehende Darstellung gezeigt hat, daß der Bosporus ein echtes Erosionstal ist, kommt er gar nicht zurück. Cvijić hingegen gibt eine kurze Erörterung der »Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen«, die sich hinsichtlich der Besprechung der älteren Literatur hauptsächlich auf Andrussow's[2] 1905 in russischer Sprache veröffentlichte Abhandlung über den Gegenstand stützt, aber auch von Cvijić wird in bezug auf v. Hoff nur bemerkt: »v. Hoff widmete der Entstehung des Bosporus viele Stellen seines bedeutenden Werkes und stellte fest, der Bosporus hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen Flusses von kurzem Lauf.«

Es mag gestattet sein, zunächst durch Erörterung des wesentlichsten Inhaltes der betreffenden Ausführungen v. Hoff's und unter Anführung des Wortlautes der wichtigsten Stellen zu zeigen, daß v. Hoff, dessen Andenken wir als jenes des ersten Vertreters der aktualistischen Geologie hochzuhalten

---

[1] N. Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géologique international 1897, XXIX.

[2] N. Andrussow, Der Bosporus und die Dardanellen. Moskau 1905 (russisch).

haben, wie O. Reich in einer sehr dankenswerten Darstellung[1] erörterte, auch die fluviatile Entstehung des Bosporus klar erkannte.

In dem Abschnitt: »Vom Durchbruche des Thracischen Bosporus[2]« erörtert v. Hoff vor allem die Meinungen der Alten, über welche Strabo und Diodor von Sizilien Mitteilung machen, daß das Schwarze Meer, der Mäotische See und das Kaspische Meer einst ein einziges, völlig vom Land umschlossenes Binnenmeer gebildet hätten, fast so groß als das Mittelmeer, und daß der Ausfluß des Schwarzen Meeres bei Byzanz in der Vorzeit geschlossen gewesen sei, so daß erst der gewaltsame Durchbruch der früher an Stelle des Bosporus vorhandenen Landverbindung zwischen Europa und Asien den Abfluß und die Trennung dieser Meere verursacht habe.

v. Hoff bespricht dann die alten Nachrichten von der Verminderung des Umfanges des Schwarzen Meeres und von der Abtrennung des Kaspischen Sees, er erörtert die Sage von einem gewaltsamen Durchbruch des Schwarzen Meeres im Thracischen Bosporus und der dadurch verursachten deukalionischen Flut; er bespricht die von Choiseul Gouffier aufgestellte Hypothese eines vulkanischen Ausbruches als Ursache jenes Durchbruches und kommt dann zur Darlegung seiner eigenen Ansicht: »Begreiflich ist es« — sagt v. Hoff[3] — »daß, wenn das Schwarze Meer einst ganz geschlossen war, die Wassermasse desselben, welche bei der nördlicheren Lage nicht so viel durch Ausdünstung verliert, als z. B. das Mittelländische Meer, durch das Einströmen so vieler, zum Teil sehr ansehnlicher Ströme, der Donau, des Dnjestr, Dnjepr, Don, der Wolga, des Ural, Jaxartes, Oxus, Araxes, Kur, Terek, Kuban, Phasis, Halys und vieler kleineren, die weit mehr Wasser liefern als die ins Mittelländische Meer fallenden Ströme, einen solchen Zuwachs erhalten mußte, daß sie sich bis zu der Höhe erheben konnte, die man für den alten Wasserstand dieses

[1] O. Reich, K. E. A. v. Hoff, der Bahnbrecher moderner Geologie. Leipzig 1905.

[2] K. E. A. v. Hoff, Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. I, 1822, p. 105 bis 144.

[3] A. o. a. O., p. 127.

Meeres angibt. Sobald der hohe Wasserspiegel eine Stelle der Ufer erreicht hatte, die ebenfalls nicht höher war, mußte das Wasser anfangen an dieser Stelle überzufließen. Sobald es anfing überzufließen, mußte der Ablauf anfangen, sich ein Bette einzuschneiden. Durch dieses Einschneiden wurde der Boden dieses Bettes immer tiefer, es wurde immer mehr Wasser abgeführt und der Wasserspiegel mußte ebenfalls tiefer sinken.« Er erörtert dann die Möglichkeit, daß, im Falle durch dieses Einschneiden des neuen Bettes weniger widerstandsfähige Schichten aufgedeckt worden seien, der Druck des Wassers einen rascheren Durchbruch verursacht haben könnte. Stelle man sich den Hergang auf diese Weise vor, so müsse man es auch natürlich und begreiflich finden, daß das Sinken des Schwarzen Meeres auf seinen jetzigen Wasserstand nicht auf einmal erfolgt sein müsse, sondern daß das allmähliche Sinken jahrhundertelang gedauert habe, ja selbst nach einem vielleicht erfolgten Durchbruch hätte nach v. Hoff's Meinung das Bett des Abflusses immer noch so hoch liegen können, daß es eines weitern allmählichen Einschneidens des abfließenden Wassers bedurfte, um den jetzigen Wasserstand herauszubringen. »Betrachtet man den Bosporus« — bemerkt v. Hoff[1] — »so wird man in seiner Gestalt genug zur Bestätigung der Vermutung finden, daß er durch Überströmung und Durchbruch des Schwarzen Meeres gebildet worden. Er hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen Flusses von kurzem Laufe; seine Breite beträgt am Eingange vom Schwarzen Meere eine halbe und im Innern, wo sie am geringsten ist, eine Viertelmeile; seine inneren Winkel sind so gebildet, wie sie nur ein Strom bilden konnte, der vom Schwarzen Meere herauswärts floß; dieses zeigt besonders der Winkel bei Bujukdere. Auch die Strömung ist vom Schwarzen Meere nach der Propontis zu gerichtet; da, wo sie eine partiell andere Richtung hat, rührt dieses sichtlich von der Form der Küsten her, an welchen sich das Wasser stößt; und was eine angeblich in umgekehrter Richtung in der Tiefe stattfindende Strömung betrifft, so werden

[1] A. o. a. O., p. 128.

wir uns hierüber weiter unten ausführlicher erklären.«[1] v. Hoff erörtert dann die Veränderungen, welche die Strömung bis in neuere Zeiten an den Küsten des Bosporus verursacht hat, er weist darauf hin, daß an der europäischen Seite bei dem Dorfe Mauro Molo Land verloren gegangen sei, daß die von Herodot auf vier Stadien angegebene geringste Breite des Bosporus jetzt über sechs Stadien betrage und daß ähnliche Verbreiterung auch beim Hellespont stattgefunden habe, der jetzt an der ehemals engsten Stelle bei Abydos drei Stadien breiter sei, als Herodot angibt.

v. Hoff erörtert dann die Flutsagen der Alten, welche mit dem Durchbruch des Bosporus in Verbindung gebracht wurden, und folgert aus dem Schweigen Herodot's und Homer's über ein solches Ereignis, daß ein Hauptdurchbruch des Schwarzen Meeres durch den Bosporus nicht in die historische Zeit fallen kann, wenn er auch aus physischen Gründen nicht zu leugnen sein möchte. Er gedenkt dann auch der Hypothese, welche den Durchbruch nicht von Ost nach West, sondern in umgekehrter Richtung vor sich gehen läßt: »So wollen einige den Durchbruch des Bosporus von dem Drucke des Wassers des Mittelländischen Meeres bewirkt wissen, als der Einbruch des Ozeans in dasselbe erfolgt war, und durch die von der Straße von Gibraltar herkommende Flut soll das Schwarze und Kaspische Meer bis zu der Höhe, auf welcher sie sonst standen, angefüllt worden sein. Die Verteidiger dieser Hypothese berufen sich unter anderem darauf, daß Plinius[2] dieselbe Ansicht aufstelle, und sie glauben

---

[1] Auf die Frage der Unterströmung kommt v. Hoff in dem nächsten Kapitel zurück, welches vom Durchbruche der Straße von Gibraltar handelt. Er gibt hier — p. 158 u. f. — eine keineswegs zutreffende Erklärung des submarinen Gegenstromes dieser Straße, den er lediglich durch den Anstoß des Oststromes, der beständig aus dem Atlantischen Ozean ins Mittelmeer geht, an der Barre zwischen den beiden Meeresbecken sich entstanden denkt, und bemerkt dann, daß ein ähnliches Phänomen, »welches man am Thracischen Bosporus beobachtet haben will«, auf dieselbe Weise zu erklären wäre. Wir werden noch eingehender auf diese im Bosporus schon durch Marsigli nachgewiesenen, seither durch Admiral Makarow genau erforschten Strömungen zurückzukommen haben.

[2] Plinius, Historia naturalis. L. 6, c. 1.

dadurch das Dasein der Meerfische und Phoken im Kaspischen Meere erklären zu können.«[1] v. Hoff bemerkt dazu, daß die Sage vom Durchbruch der Straße von Gibraltar womöglich in noch größere Dunkelheit gehüllt sei, daß man aber, wenn man den Durchbruch des Bosporus durch den ersteren bewirken lasse, nicht erklären könne, was den hohen Wasserstand im nicht geschlossenen Schwarzen Meere eine Zeitlang erhalten habe und welcher Ursache die nachher erfolgte Verminderung desselben zuzuschreiben wäre. Deshalb scheint ihm jene Hypothese ganz verwerflich.

Man sieht, daß die Frage, ob der Bosporus von Westen oder von Osten her eröffnet wurde — eine Frage, die Andrussow 1900 in sehr eingehender Weise erörterte,[2] — schon sehr früh die Naturforscher beschäftigte.

Philippson, der 1898 in lichtvoller Weise die Erosionsnatur von Bosporus und Hellespont dargelegt hat und auf dessen vortreffliche Ausführungen wir noch wiederholt zurückzukommen haben, hat diese Frage als eine nebensächliche betrachtet. Er sagt: »Wie man auch die Sache betrachten mag, das Gewässer, welches den Bosporus eingeschnitten hat, muß den Charakter eines Flusses gehabt haben, wobei es freisteht, ihn als Abfluß des Schwarzen Meeres, bezüglich des Binnensees, der jetzt zum Schwarzen Meer geworden ist, zu denken, ihn also etwa der Newa zu vergleichen. Auf alle Fälle muß er ursprünglich über die Plateaufläche geflossen sein und sich allmählich, während einer negativen Niveauverschiebung (Hebung des Landes), tief in seinen Untergrund eingegraben haben.«[3] Wir werden später sehen, daß es keineswegs freisteht, sich den Lauf des Flusses, der durch den Bosporus seinen Weg nahm, als Abfluß eines Binnensees zu denken, der einst die Stelle des Schwarzen Meeres einnahm, daß wir vielmehr gezwungen sind, die entgegengesetzte Richtung

[1] v. Hoff, a. a. O., p. 142.

[2] N. Andrussow, Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosporus und der Dardanellen. Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Jurjew (Dorpat), Jahrgang 18, p. 378 bis 400.

[3] Philippson, Bosporus und Hellespont, p. 21.

dieses Flusses anzunehmen. Philippson kommt aber noch an einer weiteren Stelle auf die Frage der Flußrichtung zurück, nachdem er auch die Verhältnisse der Dardanellen erörterte und gezeigt hat, daß auch diese ein untergetauchtes Flußtal darstellen, das nur breiter erodiert ist als der in hartes Gestein eingeschnittene Bosporus. Man muß Philippson jedenfalls beipflichten, wenn er sagt: »Wir haben gesehen, daß die beiden Meerengen unzweifelhaft untergetauchte Erosionstäler sind. Daß sie von einem und demselben Flusse abstammen, dürfte kaum zweifelhaft sein, da sie in ihrer Lage, in der Tiefe der Sohle und der Höhe der Talwände so gut übereinstimmen.«[1] Wir können aber nicht mit ihm übereinstimmen, wenn er fortfährt: »Welche Richtung dieser Fluß nahm, ob von Nordost nach Südwest oder umgekehrt, ist nicht ganz sicher; wahrscheinlich ist wohl das erstere. Ob zur Zeit dieses Flusses das Marmarameer schon als Binnensee vorhanden war, also von dem Flusse durchströmt wurde, ist an und für sich nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist dieses Meer ein sehr junger, tiefer tektonischer Einbruch, dessen Bildung, wie die häufigen Erdbeben beweisen, noch nicht abgeschlossen ist.«

Philippson erörtert dann die Frage, wann der Strom entstanden sei, der die großen Täler des Bosporus und des Hellespont eingrub, und aus einem kurzen Abriß der geologischen Geschichte der umgebenden Landschaft zieht er den Schluß, daß die obere Pliocänzeit den frühesten Termin für die Erosion des Bosporus und der Dardanellen darstelle. Seine Beweisgründe scheinen im allgemeinen stichhältig, aber die Verhältnisse, welche zur Pliocänzeit im Bereiche des gegenwärtigen Ägäischen Meeres herrschten, dürften etwas andere gewesen sein, als Philippson annimmt. Er erwähnt die ausgedehnten Süßwasserseen aus jener Zeit, die überall in Thracien und im nördlichen Archipel ihre mächtigen Ablagerungen zurückgelassen haben, und meint: »Derartig große Seen können hier aber, bei der Nähe des damaligen Mittelmeeres, nur in geringer Höhe über dem Meeresniveau bestanden haben, was sich auch noch daraus ergibt, daß in den levantinischen Schichten zuweilen

[1] Philippson, a. a. O., p. 24.

Organismen des Brackwassers auftreten, die auf eine gelegentliche Verbindung mit dem Mittelmeer hinweisen. Zwischen solchen niedrigen Seen konnten aber die 300 *m* tiefen Täler des Bosporus und des Hellespont nicht eingeschnitten werden.« Hierzu wäre nun erstlich zu bemerken, daß die pliocänen Süßwasserablagerungen im Bereich des Ägäischen Meeres noch heute teilweise recht hoch über dem Meeresspiegel liegen und daß ihre teilweise tiefere Lage vermutlich mit den Senkungserscheinungen zusammenhängt, welche das ganze geologisch junge Einbruchsgebiet des Ägäischen Meeres beherrschen. Was aber die in den levantinischen Schichten des Gebietes auftretenden Brackwasserformen anlangt, so dürften sie wohl kaum auf gelegentliche Verbindung mit dem Mittelmeer hinweisen, sondern eher als Überbleibsel der vorangegangenen pontischen und sarmatischen Brackwasserformen zu deuten sein.

Philippson nimmt dann für die obere Pliocänzeit ein Aufsteigen des Landes in größere Meereshöhe an, wodurch die Seen zum Ablaufen kamen und ein großer Strom die Täler des Bosporus und des Hellespont in das sich hebende Land einschneiden konnte. Er verweist zur Stütze dieser Ansicht darauf, daß nach Sokolow (dessen Arbeit über die Limantäler 1895 er nur aus einem Referat in Petermann's Mitteilungen kennt) die Limane des Schwarzen Meeres ebenfalls frühestens in der Oberpliocänzeit erodiert worden sind, daß demnach das Oberpliocän oder älteste Quartär eine Zeit allgemeiner Talbildung, also negativer Niveauverschiebung für große Gebiete Südosteuropas gewesen sei. Erst in der jüngsten Vergangenheit, in der Diluvialzeit, schon in Anwesenheit des prähistorischen Menschen, hätten sich die jetzigen Verhältnisse herausgebildet. Der Boden des südlichen Pontus, des Marmarameeres, der Ägäis sei an Brüchen unter den Spiegel des in die entstehenden Vertiefungen vordringenden Mittelmeeres hinabgesunken, so daß die Gebirgszüge der Ägäis nur mehr mit ihren Spitzen als zahlreiche Inseln hervorragen, und mit ihnen wäre auch der größte Teil des alten Flußlaufes spurlos in der Tiefe verschwunden. In einer Note sucht Philippson die mit seiner Ansicht schwer vereinbare Angabe Andrussow's, daß Bosporus und Marmarameer bereits am Ende der Pliocänzeit vom

Wasser des Schwarzen Meeres bedeckt gewesen seien, weil die zur Pliocänzeit im Pontus lebende und jetzt auf dessen Boden subfossil verbreitete *Dreissensia rostriformis* auch auf dem Boden des Bosporus und des Marmarameeres vorkomme,[1] zu entkräften. Er meint,[2] daß jene Schalen auch durch den oberpliocänen Abfluß des Pontus oder in der Letztzeit durch Meeresströmungen, vielleicht auch in als Schiffsballast dienendem Pliocänsande, dorthin verschleppt worden sein könnten.

Gegen beide Erklärungsversuche — der letztere war auch von Krümmel in einer Besprechung von Andrussow's vorläufigem Bericht über die Expedition des »Selanik« in das Marmarameer aufgeworfen worden[3] — verwahrt sich N. Andrussow 1900 auf das entschiedenste.[4] Er betont, daß die Ablagerungen, welche *Dreissensia rostriformis* enthalten, in den Ufergegenden des Schwarzen Meeres eine unbedeutende Entwicklung haben und kaum als Ballast gebraucht worden sein könnten. Die genannte Muschel findet sich in einem quartären Lager am Salzsee Tschokrak und in einem oberpliocänen am Kap Tschauda, in beiden Fällen unter Verhältnissen, welche einen Transport mit Ballast sehr unwahrscheinlich machen, überdies ist die am Boden des Marmarameeres von der Expedition des »Selanik« entdeckte *Dreissensia rostriformis* Dech. var. *distincta* eine charakteristische Form, welche weder in den Schichten von Kap Tschauda noch in den Ablagerungen von Tschokrak vorkommt, während sich ganz ähnliche Formen in den Tiefen des Schwarzen Meeres (von 58 bis 387 Faden) vorfinden. Ebenso wie die Einschleppung durch Ballast ist aber auch jene durch die Strömung unmöglich, da diese gegenwärtig in der Tiefe des Bosporus aus dem

---

[1] N. Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géolog. intern. 1897, XXIX, p. 9.

[2] A. Philippson, Bosporus und Hellespont. A. o. a. O., p. 25 in Note.

[3] Krümmel, Petermann's Mitteilungen, Literaturbericht 1898, p. 61.

[4] N. Andrussow, Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosporus und der Dardanellen. Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Jurjew (Dorpat), Jahrg. 18, 1900, p. 378 u. f.

Marmarameer ins Schwarze Meer geht und für den Transport der Schalen nur diese untere Strömung in Betracht kommen kann. Diese Unterströmung bringt aus dem Bosporus in die Nähe seiner Mündung ins Schwarze Meer abgerollte mediterrane Conchylien und kleine Steine, es ist also gegenwärtig wohl eine Einschleppung solcher Dinge aus dem Marmarameer in das Schwarze Meer, aber nicht umgekehrt möglich. »Die Frage,« — sagt Andrussow weiter[1] — »in welcher Richtung die Strömungen früher im Bosporus sich bewegten, ist, man kann sagen, eine offene. Wenn der Pontus während der Pliocänepoche ein geschlossenes Becken darstellte, so konnte sein Niveau unabhängig von dem des Weltmeeres, respektive des Mittelmeeres sich verändern, mit anderen Worten: konnte das Niveau des Euxinischen Binnenmeeres in dem Momente unmittelbar vordem, als dasselbe mit dem Mittelmeer in Verbindung trat, entweder niedriger als das Niveau des Mittelmeeres oder höher als dasselbe gestanden haben.« Andrussow erörtert dann, daß man früher allgemein die letztere Meinung gehabt habe, daß Tournefort, Pallas und Dureau-de-Malle so gedacht hätten und Buffon diese Ansicht ebenfalls geäußert habe mit den Worten »les eaux de la Mer Noire, supérieures à celles de la Mediterranée...«. Andrussow führt dann aus, daß in letzter Zeit sich aber die entgegengesetzte Meinung, nämlich daß das Niveau des Euxinischen Sees in dem Momente, als er im Zusammenhang mit dem Mittelmeer kam, tiefer gestanden sei als jetzt, verbreitet habe: »Diese Meinung äußerte auch ich selbst« — fügt Andrussow bei[2] — »flüchtigerweise nicht selten. Aufs präziseste wurde diese Meinung von N. Sokolow begründet.« Wir werden auf diese Begründung durch Sokolow, die sich zunächst auf die Entstehung der südrussischen Limane stützt, noch eingehend zurückzukommen haben. Andrussow gibt zu, daß die Annahme eines niedrigeren Niveaustandes des Euxinischen Sees zwar die Entstehung der Limane erklärt, aber andrerseits große Schwierigkeiten darbietet. Da der Kaspische See zur Quartärzeit viel höher stand

[1] Andrussow, a. a. O., p. 380.
[2] A. a. O., p. 382.

als jetzt und mit dem Schwarzen Meere durch die Manytsch-Meerenge in offener Kommunikation gestanden habe, so müßte auch der quartäre, respektive jungpliocäne Euxinische See höher gestanden sein. Die nächste Folge aus dieser Erwägung wäre entweder eine allgemeine relative Hebung der ganzen kaspischen Depression oder ein relatives Senken gewisser Gegenden des euxinischen Gebietes. Das letztere scheint Andrussow das wahrscheinlichere zu sein und er erörtert eingehend alle Tatsachen, welche dasselbe wahrscheinlich machen. Erstens seien die positiven Strandverschiebungen nicht an allen Küsten des Schwarzen Meeres nachweisbar (sie fehlen z. B. an der Südküste der Krim und an der kaukasischen Küste), dann betrachte Sokolow mit Unrecht das scheinbare Fehlen der Dislokationen an den nördlichen Küsten des Schwarzen Meeres während der Neogenepoche als Beweis zugunsten einer Hebung des Meeresniveaus. Andrussow führt zahlreiche Tatsachen an, welche nach seiner Meinung beweisen, daß das Land nördlich vom Schwarzen Meere nach der Ablagerung der pontischen und der darauffolgenden jüngeren pliocänen Schichten Deformationen der Erdkruste unterlag, welche bis in die Quartärepoche fortdauerten, und spricht die Vermutung aus, daß in dem Momente, als der Euxinische Brackwassersee in Zusammenhang mit dem Mittelmeere trat, das Niveau des ersteren höher stand als heute. Aber auch unter dieser Annahme konnte der Abfluß des Schwarzen Meeres nach Andrussow's Ansicht kaum die *Dreissensia rostriformis* ins Marmarameer gebracht haben, weil derselbe nur die Bewohner der geringen Tiefe und die litoralen Formen mit sich reißen konnte. Er folgert, »daß um dieselbe Zeit, als das Schwarze Meer einen brackischen See darstellte und vom Mittelmeer ganz abgetrennt war, dieser brackische See im Zusammenhang mit der Propontis stand, welche einen anderen ähnlichen See bildete.[1] Das alte Flußbett, für welches Andrussow seit 1893 die Rinne des Bosporus erklärte, müßte sich also schon viel früher gebildet haben und das Vorkommen der Tschaudaschichten bei

[1] Andrussow, a. o. a. O., p. 386 und 387.

Gallipoli, am nördlichen Ende der Dardanellen beweise, daß die Kanäle des Bosporus und des Hellespontustales schon während der Pliocänepoche ausgegraben worden seien, daß die Senkungserscheinungen, welche diese pliocänen Flußtäler in Meerengen verwandelt haben, schon am Ende der Pliocänperiode angefangen und sich dann weiter in die Quartärepoche fortgesetzt hätten. Die Schwierigkeit, welche die gehobene Lage der pleistocänen Muschelbänke und der Tschaudaschichten bei Gallipoli darbietet, sucht Andrussow durch Annahme ähnlicher Dislokationen (Faltungserscheinungen) zu beseitigen, wie sie auf der Halbinsel Kertsch die dortigen quartären Schichten und die Schichten von Tschauda betroffen haben. Auf die kurze Widerlegung der etwas abweichenden Ansichten Professor Muschketow's, nach welchen der Bosporus erst in der Posttertiärzeit infolge großer Dislokationsveränderungen entstanden sei,[1] durch Andrussow wollen wir nicht weiter eingehen, es sei nur die Bemerkung des letzteren hervorgehoben, daß Muschketow's Ansicht, welche dem Bosporus ein zu junges Alter zuschreibt, eine weite Verbreitung der quartären Ablagerungen von kaspischem Typus um das Schwarze Meer herum erfordere, die nicht zu beobachten sei. Andrussow erörtert dann weiter die von W. Kobelt[2] über die Bildung der Limane, des Bosporus und der Dardanellen ausgesprochenen Ansichten, die er vielfach berichtigt. Von Belang ist hier insbesondere, daß Kobelt die aus Sokolow's Darstellung gefolgerte alte Küstenlinie des Schwarzen Meeres bis zu 800 *m* hinabsteigen läßt. Hier liegt ein Mißverständnis Kobelt's vor. Sokolow erörterte in seiner Abhandlung über die Entstehung der südrussischen Limane, auf deren Inhalt wir gleich ausführlich zurückzukommen haben werden, die Tatsache, daß bei den Tiefseeforschungen im Schwarzen Meere von N. Andrussow in einer Tiefe von 200 *m* (vorzüglich zwischen 400 und 800 *m*) eine gewaltige Anhäufung subfossiler

[1] J. Muchketow, Samjetk o proishogdenii Krimskych zelenych ozjer. Bergjournal 1895, Juni. (Zitiert nach Andrussow.)

[2] W. Kobelt, Die Fauna der meridionalen Subregion. Wiesbaden, 1898. (Zitiert nach Andrussow.)

Schalen von *Dreissensia polymorpha*, *D. rostriformis* und *Micromelania caspia* beobachtet worden sei. Die ausschließlich von Anhäufungen der genannten Muscheln eingenommene Zone umschließe ringförmig die größten Tiefen des Schwarzen Meeres usw. Wie Andrussow hervorhebt, ist in den betreffenden Ausführungen Sokolow's keineswegs die Rede davon, daß die alte Uferlinie des Schwarzen Meeres in eine Tiefe von 800 *m* hinabsteigt, wie Kobelt's Darstellung glauben macht. Es handelt sich vielmehr um die Tiefe der Stationen, an welchen jene subfossilen Molluskenschalen gefunden worden seien.[1] »Wir stimmen« — sagt Andrussow — »N. Sokolow zu, daß die Tiefe, in welcher dieselben jetzt gefunden werden, keineswegs als die ursprüngliche zu betrachten ist, doch kann man diese Veränderungen ebensogut durch die Senkung des Meeresbodens als durch das Ansteigen des Meeresniveaus erklären. Diese Frage könnte vielleicht durch genaues Studium der horizontalen und vertikalen Verbreitung der subfossilen Brackwassermollusken am Boden des Schwarzen Meeres gelöst werden.« Leider seien die Anhaltspunkte in dieser Richtung noch zu gering.

Auch ich möchte auf das Vorkommen dieser Schalen nicht allzu großes Gewicht legen, zumal die russischen Autoren über ihre Deutung nicht ganz übereinstimmen. Sokolow betont, daß die beträchtliche Tiefe (200 bis 800 *m*), in der die *Dreissensia*- und *Micromelania*-Schalen im Schwarzen Meer angetroffen werden, keineswegs dem entspricht, was uns über die vertikale Verbreitung jener Mollusken im Kaspischen Meer bekannt ist, überdies mangle den Schalen aus der Tiefe des Schwarzen Meeres eines der charakteristischen Merkmale der Tiefseebewohner: die Dünnwandigkeit. Andrussow aber betont, daß die Schalen in recht verschiedener Tiefe vorkämen: in 48, 50, 53, 105, 240, 363, 387 Faden (zu 6 Fuß), daß die Annahme Sokolow's, daß die Funde an den beiden ersten Stationen gegenüber dem Eingange in den Bosporus vielleicht auf Verschleppung durch die untere Bosporusströmung aus dem Bereich des Marmarameeres zu erklären seien, nicht stich-

[1] Andrussow, a. o. a. O., p. 397.

hältig wäre und daß die gewöhnlichsten, subfossil in der Mehrzahl der Stationen angetroffenen Formen: eine kleine reguläre Type der *Dreissensia polymorpha* Pall., die var. *distincta* der *Dreissensia rostriformis* Desh., ferner *Cardium (Monodacna) ponticum* Eichw. und *Micromelania caspia* Eichw. nicht ganz nahe vom damaligen Ufer gelebt haben. »Daß dasselbe aber« — schließt Andrussow[1] — »irgendwo zwischen dem heutigen Ufer des Schwarzen Meeres und den bekannten Fundorten der Brackwasserformen lag, ist unzweifelhaft und stimmt ebensogut mit der Senkungshypothese wie mit der Hypothese der Niveauerhöhung. Die alte Uferlinie liegt jetzt aber an vielen Stellen in den geringeren Tiefen als 50 Faden. Die nähere Bestimmung des Verlaufes dieser Linie wäre für beide Hypothesen von größter Wichtigkeit.«

Zu diesen Ausführungen möchte ich vor allem bemerken, daß es sich wahrscheinlich nicht um eine einzige, sondern um mehrere Uferlinien handeln dürfte, denn ein Binnenmeer, wie es gegen Ende der Tertiärzeit der Brackwassersee, der damals die Stelle des Schwarzen Meeres einnahm, zweifellos gewesen ist, in seinem Stande abhängig von den wechselnden Größen der Verdampfung und des Zuflusses, also von der Änderung der klimatischen Faktoren, wird höchstwahrscheinlich starke Schwankungen im jeweiligen Stande des Wassers aufgewiesen haben. Die ungleiche Tiefe, in welcher die subfossilen Schalen angetroffen werden, ist möglicherweise auf einen verschiedenen Stand des Brackwassersees zur Zeit der Bildung der Limane zurückzuführen. Über das Vorkommen der subfossilen Schalen in den Tiefen des Schwarzen Meeres sagt Andrussow 1897: »A des profondeurs peu considérables ces coquilles semblent se rencontrer plus rarement; en tous cas il est toujours difficile de les distinguer dans la masse des coquillages contemporains, tandis qu'on les reconnait facilement à des profondeurs plus grandes, ou on a trouvé des restes jusqu'à 400 brasses.«[2] Und in der beigegebenen

[1] A. o. a. O., p. 400.

[2] Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géolog. intern. 1897, XXIX, p. 8.

Karte[1] sehen wir, daß die durch Kreuzchen bezeichneten Stationen, an welchen die subfossilen Conchylien gedredscht wurden, sich sowohl an der Süd- wie an der Nordseite des Schwarzen Meeres in verschiedenen Tiefen finden, teils innerhalb der 100 Fadenlinie, teils zwischen dieser und jener von 500 Faden. Es umschließt die Zone, in welcher die subfossilen Schalen getroffen werden, ringförmig die größten Tiefen des Schwarzen Meeres. »Im Süden und im Osten«, sagt Sokolow 1895,[2] »verläuft sie gar nicht weit (etwa 10 bis 20 *km*) vom kleinasiatischen und kaukasischen Ufer, in dem seichteren nordwestlichen Teil des Schwarzen Meeres liegt sie über 200 *km* vom Ufer entfernt. Die Situationsverhältnisse dieses ringförmigen Gürtels in so großer Tiefe, in Abhängigkeit von bestimmten Isobathen und in sehr verschiedener Entfernung von der jetzigen Küste des Schwarzen Meeres, alle diese Umstände führen uns zu der Annahme, daß das Niveau des Wasserbeckens, worin die oben erwähnten Dreissensien und Micromelanien gelebt haben, bedeutend tiefer gelegen haben müsse.« In bezug auf die Limane führt Sokolow den Nachweis, daß es unmöglich ist, eine Übereinstimmung zwischen den topographischen, geologischen und physisch-geographischen Tatsachen herzustellen, »wenn man sich nicht der Voraussetzung anschließt, daß die Bildung der Limanbetten zu einer Zeit erfolgt sei, wo das Niveau des Meeres bedeutend tiefer gestanden hat als das gegenwärtige des Schwarzen Meeres, und daß das Meer, als es in der Folge wieder stieg, die untere Partie der Flußtäler und Schluchten überflutet und so die tief in den Kontinent einschneidenden Meerbusen zuwege gebracht habe, aus denen mit Beibehaltung der für Flußtäler charakteristischen Umrisse die jetzigen Limane hervorgegangen sind«.[3]

Über die Ursache, welche die Niveauschwankungen des postpontischen Meeres und seines Nachfolgers, des Schwarzen Meeres, verursacht haben, glaubt Sokolow noch keine stichhältige Erklärung abgeben zu können; »allein so große Bedeu-

[1] A. a. O., p. 2.

[2] N. Sokolow, Über die Entstehung der Limane Südrußlands. Mémoires du comité géologique, X, 4, 1895, p. 96.

[3] A. a. O., p. 86.

tung«, meint er,[1] »wir auch dem ohne Frage nicht geringen Einfluß des Wechsels zwischen reichlichen und kargen Niederschlagsperioden auf den Wasserstand von Binnengewässern beilegen mögen, läßt sich doch nicht in Abrede stellen, daß im vorliegenden Falle eine umfangreiche Beckensenkung als Ursache der beträchtlichen Niveausenkung des postpontischen Meeres viel Wahrscheinlichkeit für sich hat«. Zur Stütze dieser Ansicht verweist Sokolow darauf, daß nach Eduard Sueß[2] die Entstehung des tiefen Kessels, der im Schwarzen Meere einen großen Teil des Bodens einnimmt, durch eine in der postpontischen Periode eingetretene Senkung zu erklären sei. Es reicht aber diese Senkung allein nicht hin, um auch die negative Bewegung des Wasserspiegels zu erklären, es müssen vielmehr hierzu noch zwei weitere Bedingungen erfüllt sein: erstlich die Nichtexistenz einer Verbindung mit dem Mittelmeer, zweitens andere klimatische Verhältnisse als die gegenwärtigen: Niederschlagsarmut und reichlichere Verdampfung. Wäre die erste Bedingung nicht erfüllt, so würde das eindringende Meerwasser, wäre die zweite nicht vorhanden, das vom Lande her zuströmende Süßwasser eine rasche positive Bewegung des Wasserspiegels herbeigeführt haben. Weder die Entstehung der Limane als alte Erosionstäler, noch die Vorkommnisse der subfossilen Schalen auf dem Grunde des Schwarzen Meeres ließen sich durch ein solches, nur sehr kurze Zeit andauerndes, rasch verschwindendes Sinken des Wasserspiegels erklären.

Sokolow's Erklärung der Bildung der Limane bezieht sich zunächst auf diejenigen Neurußlands, doch hebt er hervor, daß ganz ähnliche Bildungen in anderen Gegenden der Küste des Schwarzen Meeres in großer Ausdehnung auftreten, die zweifellos auf dieselbe Weise entstanden sind.[3] Er betont, daß auf der taurischen Halbinsel, besonders an der Westküste und auf der Landenge von Kertsch, Buchten und Salzseen sich finden, die in ihrer topographischen Gestaltung, aller Wahrscheinlichkeit nach aber auch hinsichtlich ihrer Entstehung

[1] A. a. O., p. 97.

[2] E. Sueß, Antlitz der Erde. I, p. 447.

[3] N. Sokolow, a. o. a. O., p. 98.

vollkommen den Limanen Neurußlands entsprechen. Die Bucht von Taganrog sei nur der Rest eines enormen Limans, dessen östlicher Teil durch die Schwemmprodukte des Don aufgefüllt worden sei. Ebenso finden sich an der Ostküste des Asowschen Meeres zahlreiche Limane. Den Umstand, daß die Ostküste und Südküste des Schwarzen Meeres keine Gebilde aufweist, welche den Limanen der nördlichen Küste entsprechen, sucht Sokolow dadurch zu erklären, daß die Erosionsprozesse im Kaukasus und in Kleinasien infolge des weit kräftiger ausgebildeten Reliefs jener Gegenden mit viel größerer Energie sich vollziehen als in Südrußland, weshalb angenommen werden könne, daß die beim Steigen des Meeresspiegels von der See überschwemmten Flußmündungen an der Ost- und Südküste des Schwarzen Meeres heute schon vollständig durch die Anschwemmungen jener Wasserläufe ausgefüllt seien.[1] Sokolow mag im Recht sein, wenn er hierfür das rasche Anwachsen des Festlandes im Tieflande von Kolchis anführt, welches den Schwemmprodukten relativ geringfügiger Flüsse zuzuschreiben ist; an den Steilufern längs der Vorberge des Kaukasus greift hingegen, wie man gelegentlich der Exkursion nach Schluß des Geologenkongresses 1897 auf der Fahrt von Batum nach Kertsch sehr schön sehen konnte und wie es A. Heim in einer vom Bord der »Xenia« aus entworfenen Skizze festhielt, die Zerstörung des Landes durch das Meer so rasch ein, daß sie der Erosion voraneilt und die Täler an dem Steilabfall hoch oben endigen.

An der Westküste des Schwarzen Meeres aber zählt Sokolow zahlreiche Limane auf. Mit Recht betont er, daß auch die Mündung der Donau einst einen Liman gebildet hat, obwohl dieser Strom vermöge der Fülle seiner Schwemmprodukte nicht nur seinen Liman gänzlich ausgefüllt, sondern auch ein ausgedehntes Delta in die See vorgeschoben hat. Sokolow verweist auf die an den Mündungen mehrerer Nebenflüsse der unteren Donau erhaltenen Limane, die ehedem nur Ausläufer des Donaulimans gewesen sind, wie der Kitai, der Katlabuch, der Jalpuch, der Kagul und der nur einen Rest des

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 99.

Pruth-Limans darstellende Bratysch. Auch das Sumpftal Karasu, auf dessen ungewöhnliche Tiefe schon K. Peters[1] aufmerksam gemacht habe, verdanke seine Entstehung einer Niveauhebung des Schwarzen Meeres und gleichzeitig auch der Donau. Auch F. Toula stimmt dieser Auffassung des Karasutales zu, von dem er sagt, daß es sicherlich mit den südrussischen Limantälern zu vergleichen sei.[2]

Sokolow zählt dann südlich vom Donaudelta an der Küste der Dobrudscha eine Reihe von Bassins auf, welche nach ihren Umrissen auf demselben Wege entstanden sind wie die Limane, und betont, daß, wie Peters gezeigt hat, auch in diesen Bassins noch gegenwärtig geradeso wie in den neurussischen Limanen Mollusken leben, welche in ihrem Typus der kaspischen Fauna entsprechen. »Gleichermaßen« — fährt Sokolow fort — »ist den in ihrer Entstehung den Limanen analogen Gebilden der enge, gewundene See Dewno bei Varna zuzuzählen und die ähnlichen Seen von Atanasko, Vajakiöj, Akrianu am Ufer der Bucht von Burgas, sowie auch der See Dörkos, der im Nordwesten von Konstantinopel liegt, und, was besonders interessant ist, die ganz limanartigen Bassins von Küfschük-Tschekmedshe und Büjük-Tschekmedshe an der Küste des Marmarameeres. Den nämlichen Ursprung wie die Limane hat schließlich wahrscheinlich auch das berühmte Goldene Horn, das in topographischer Hinsicht nur den vom Meere überfluteten Unterlauf der vereinigten Flüsse Kiat-Hane-Su und Alibey-Su bildet.«

Philippson hat sich bei seiner Erklärung des Bosporus und des Hellespont als alter Flußtäler wesentlich auf die Ausführungen Sokolow's über die Limane gestützt und wohl zweifellos mit Recht. Es handelt sich im wesentlichen um die gleiche, auf dieselbe Ursache zurückzuführende Erscheinung.

---

[1] K. F. Peters, Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha. Denkschr. d. k. Akademie d. Wiss. Wien, 1868, p. 124 bis 126.

[2] F. Toula, Geologische Beobachtungen auf einer Reise in die Gegend von Silistria und in die Dobrudscha im Jahre 1892. Jahrbuch d. k. k. Geologischen Reichsanstalt 1904, LIV, p. 12.

[3] Sokolow, a. a. O., p. 100.

In seiner Abhandlung über die Entstehung der Limane Südrußlands äußert sich Sokolow noch sehr reserviert über den Zeitpunkt derselben. Er sagt: »Am wenigsten ist in der Entstehungsgeschichte der Limane offenbar noch die Frage nach dem genaueren Zeitpunkt ihrer Entwicklung geklärt und die zu ihrer Lösung erforderlichen Anhaltspunkte können uns nur durch eingehenderes Studium der Limane geliefert werden, insbesondere durch die Erforschung der an ihrem Boden ruhenden Ablagerungen mit Hilfe von Tiefbohrungen.« Diese Frage hat Sokolow in einer späteren, 1902 veröffentlichten Abhandlung im Anschlusse an die Beschreibung des Mius-Limans zu lösen gesucht.[2] Diese Abhandlung zerfällt in zwei Teile. Im ersten wird eine Schilderung des Mius-Limans an der Nordküste des Asowschen Meeres, westlich von Taganrog gegeben, in welcher zumal die Schilderung des geologischen Baues seiner Ufer und die Erörterung der Schichten mit *Paludina diluviana* von Wichtigkeit ist. Aus diesen Schichten werden *Paludina diluviana* selbst in drei Varietäten (var. *gracilis* Neumayr mit Übergängen zu var. *tenuissima* Sinzow, var. *crassa* Neumayr und eine dritte Varietät, welche sich der rezenten *Paludina fasiata* Müll. nähert), ferner *Lithoglyphus naticoides* Fér., *Planorbis corneus, Unio* sp. (unbestimmbare Fragmente), *Dreissensia polymorpha* Pallas, *Cyclas rivicola, Anodonta, Adacna* (seltene Fragmente) aufgezählt. Zu diesen am Mius-Liman selbst vorkommenden Arten kommen dann noch weitere, welche in den Süßwasserablagerungen bei Taganrog auftreten, von welchen *Micromelania caspia* Eichw., *Dreissensia rostriformis* Desh., *Adacna plicata, Adacna laeviuscula* und *Didacna trigonoides* Eichw. hervorgehoben sein mögen. Sokolow erörtert dann die weitere Verbreitung dieser Süßwasserbildungen in Südrußland, hebt die charakteristische Kombination von Formen wie *Paludina diluviana, Lithoglyphus naticoides* u. a. mit rein kaspischen Dreissensien und Cardien hervor und meint, daß

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 101.

[2] N. Sokolow, Der Mius-Liman und die Entstehungszeit der Limane Südrußlands. Verhandlungen der russ. kaiserl. Mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg, 2. Ser., 40. Bd., 1902, p. 35.

dieser Umstand einerseits auf den Zusammenhang mit den alten Quartärablagerungen in Südrußland und selbst im fernen Deutschland hinweise, andrerseits aber zeige, daß die Ablagerungszeit dieser Schichten mit der Einwanderung einiger Vertreter der kaspischen Fauna zusammengefallen sei. Er kommt dann, da die Entstehung der gegenwärtig vom Mius-Liman eingenommenen Rinne jünger sein muß als die mächtigen braunen Mergel, welche die Schichten mit der erörterten Fauna bedecken, zu folgendem Schlusse: »Wenn wir auf Grund der die Fauna der Schichten mit *Paludina diluviana* betreffenden Daten und ihrer Vergleichung mit ähnlichen Sedimenten anderer Länder annehmen, daß sie den altglacialen oder vielleicht selbst zum Teil den präglacialen zuzuzählen sind, so haben wir die Zeit des tiefsten Wasserstandes in dem Bassin, worein der Mius seine Fluten ergoß, während er sein Bett durchgrub, gegen den Ausgang der Glacialepoche anzusetzen, als die Ausbildung des Löß in Südrußland vor sich ging.«[1]

Der zweite Teil der Sokolow'schen Abhandlung ist im wesentlichen der näheren Begründung dieses Resultates gewidmet. Sokolow erörtert hier die Verbreitung der Ablagerungen mit kaspischen Dreissensien und Cardien im Bassin des Asowschen und Schwarzen Meeres und die Frage der Einwanderung der kaspischen Mollusken in dasselbe in sehr eingehender Weise. Er zeigt klar die mannigfachen Schwierigkeiten, welche die noch nicht vollkommen aufgehellten Tatsachen der Erklärung darbieten. Eine solche Schwierigkeit betrifft zumal die einstige Verbindung zwischen dem Kaspisee und dem Schwarzen Meer. Sokolow sagt darüber:[2] »Daß die kaspischen Mollusken, die bis in den äußersten Nordwestwinkel des Schwarzen Meeres vorgedrungen sind, hierher und in das Asowmeer nur vermittelst eines Meeresarmes eingewandert sein können, der sich im Tieflande nördlich vom Kaukasus hinzog, kann wohl als allgemein anerkannt gelten.«

---

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 55.

[2] A. o. a. O., p. 73.

Ich möchte hierzu die Bemerkung machen, daß man sich die Verbreitung »kaspischer« Mollusken im Bereich des Schwarzen Meeres vielleicht doch noch auf andere Weise erklären kann, als durch eine direkte Verbindung des Kaspisees durch einen Meeresarm, welcher über den östlichen und westlichen Manytsch verlief. Diese Kommunikation mag einmal bestanden haben, freilich nicht in jener ausgedehnten Weise, wie sie N. Barbot de Marny annahm, der auch die lößartigen Lehme auf den Jergenihügeln als Sedimente des Kaspischen Meeres auffaßte, während J. Muschketow zeigte, daß jene Bildungen subaërischen Ursprungs sind und die Kette der Jergenihügel die Westgrenze der kaspischen Ablagerungen darstellt, wie schon Pallas erklärte. Es war also hier gewiß der breite, von Barbot de Marny angenommene Meeresarm nie vorhanden. Nur im schmalen Bette des Manytsch erstrecken sich kaspische Ablagerungen, sie sind am östlichen Manytsch bis zum See Gudilo verfolgt worden, während andrerseits im Westen von Danilewsky am Metschetnyi-Liman, etwa in halber Distanz zwischen dem Asowschen Meer und dem See Gudilo, Binnenablagerungen entdeckt wurden, die er für Sedimente des Asowschen Meeres hielt, während sie V. v. Moeller nach der von ihm untersuchten Fauna als kaspische Ablagerungen erklärte.[1]

Bei der Beurteilung des geologischen Alters solcher Binnenablagerungen muß man zweifellos sehr vorsichtig sein, das zeigen gerade die früher für »kaspisch« gehaltenen, weit verbreiteten, im Norden bis in die Gouvernements Kasan und Ufa reichenden Schichten, die Andrussow später als Miocän erkannte. Es muß vor allem mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die sogenannten »kaspischen« Formen, welche in Binnenablagerungen in der Umgebung des Asowschen Meeres auftreten, ein Überrest aus jener Zeit sind, in welcher die pontischen Bildungen ein viel größeres Areal in Südrußland einnahmen. Dann würden diese Ablagerungen vielleicht erheblich älter sein können, als wir nach den Darstellungen

[1] Vergl. die eingehende Diskussion dieser Frage und die Erörterung der betreffenden Literatur bei Sokolow a. o. a. O., p. 73 u. f.

Sokolow's annehmen müßten, sie könnten vorquartär, ja sogar pliocän sein, und es wäre immerhin noch möglich, daß das Einschneiden des Mius-Limans zu einer früheren Zeit erfolgte, als dies Sokolow annimmt. Dagegen scheint allerdings zu sprechen, daß nicht bloß »kaspische« Molluskenschalen in jenen vom Liman angeschnittenen Binnenablagerungen sich finden, sondern auch solche angeführt werden, die anderwärts in sicher diluvialen Ablagerungen auftreten, wie *Paludina diluviana*, und Sokolow aus wahrscheinlich gleichzeitigen Ablagerungen (Flußsanden und Schottern) auch *Elephas trogontherii* nennt. Allerdings erklärt J. Sinzow die Ablagerungen mit *Elephas trogontherii* und *Paludina diluviana* in Südrußland für präglacial, also für älter als die Ablagerungen Norddeutschlands, welche dieselben Versteinerungen bergen.

Sokolow nimmt aber an, daß zwischen der Ablagerung der Schichten mit *Paludina diluviana* und den »kaspischen« Conchylien am Mius-Liman und dem Einschneiden desselben eine lange Zeit verstrichen ist, in welcher die braunen Mergel und Lehme über dessen Süßwasserablagerungen gebildet worden seien. Er hält es für sehr wahrscheinlich, daß die Schichten mit *Paludina diluviana* und *Corbicula fluminalis* von Südrußland ebenso wie die Sedimente am Mius-Liman und bei Taganrog mit kaspischen Cardien und Dreissensien mit den altglacialen Gebilden Deutschlands in Parallele gesetzt werden müssen.[1] Wir können seinen eingehenden Erörterungen über die Beziehungen der braunen Mergel und Lehme zu den russischen Glacialablagerungen nicht eingehend folgen, sondern müssen uns darauf beschränken festzustellen, daß er durch seine Studien zu der kaum haltbaren Annahme geführt wird, das an Stelle des Schwarzen und Asowschen Meeres angenommene Reliktenbassin, welches zu Beginn der Diluvialperiode einen etwas höheren Stand gehabt hätte als das Schwarze Meer, hätte während der zweiten Vereisung (Sokolow nimmt drei Vereisungen und zwei Interglacialzeiten an) weitere Aussüßung erfahren und sein Niveau habe sich gesenkt, um seinen tiefsten Stand während der zweiten Interglacialzeit zu erreichen, und

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 78, 79.

zwar unmittelbar vor der Vereinigung des Schwarzen mit dem Mittelmeer. Bei dieser sei eine plötzliche Auffüllung mit salzigem Wasser eingetreten, welches auch die Unterläufe der Flußtäler erfüllte. Nach Sokolow wäre der tiefste Wasserstand im Becken des Schwarzen Meeres mit der Epoche zusammengefallen, wo in Südrußland der Löß entstand und wo in Europa die Steppenbildung ihre maximale Ausdehnung erreichte. Zu dieser Zeit des niedrigsten Wasserstandes hätten die in das Becken sich ergießenden Flüsse ihre Betten und Täler weit (30 bis 50 *m*) unter das Niveau des heutigen Schwarzen Meeres eingeschnitten.[1] Dann sei bei der schließlichen Vereinigung mit dem Mittelmeer das salzige Wasser desselben in die Mulde des Pontus eingedrungen, habe das Niveau des Reliktenbassins gehoben und die tieferen Partien der Flußtäler überflutet: »Daß dieser Vorgang, das mit einer Hebung des Meerespiegels verknüpfte Einströmen der Fluten des Mittelmeeres in das Becken des Schwarzen Meeres, sich mit großer Schnelligkeit vollzogen hat, bei der die Entstehung von Limanen allein denkbar ist, wird am schlagendsten gerade dadurch bewiesen, daß das Seewasser Dutzende von Kilometern weit in die engen Flußtäler eingedrungen ist, ohne sich durch die Flüsse, die es zurückdrängte, seines Salzgehaltes berauben zu lassen, so daß große Vertreter von *Ostrea, Pecten* etc. darin gedeihen konnten.«[2] In der letzteren Ausführung wird man Sokolow zweifellos zustimmen müssen, während man große Zweifel in die Zeiträume setzen muß, in welche er die von ihm erörterten Vorgänge verlegen will. Seine Chronologie der letzten Veränderungen im Bereich des Asowschen, Schwarzen und Kaspischen Meeres läßt sich meines Erachtens nicht gut mit den Erfahrungen in Einklang bringen, die an anderen Orten über die Schwankungen im Stande von Binnengewässern zur Diluvialzeit gewonnen worden sind. Es mag zur Veranschaulichung der Ansichten Sokolow's hier eine teilweise Wiedergabe der am Schluß seiner Abhandlung gegebenen chronologischen Tabelle gestattet sein.

---

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 103.

[2] Ibidem, p. 104.

Gliederung der norddeutschen Quartärbildungen	Südrußland		Schwarzes und Asowsches Meer	Kaspisches Meer (Region der Transgression des Kaspischen Meeres)
Präglacialzeit.	Seenepoche mit trockenem Klima. Süßwasserablagerungen mit *Paludina diluviana, Lithoglyphus naticoides, Dreissensia polymorpha*	*Elephas trogontherii*	Bassins mit nahezu süßem Wasser und einer Fauna von kaspischem Typus (*Cardium trigonoides, C. crassum, Adacna laeviuscula, A. plicata, Dreissensia rostriformis, Dr. tenuissima* u. a.). Das Niveau dieses mit dem Kaspi und der Propontis kommunizierenden Wasserbeckens ist etwas höher als gegenwärtig im Schwarzen Meere.	Allmähliche Verdrängung der Süßwasserablagerungen (in den Grenzen des Regierungsbezirkes Astrachan) durch Brackwassersedimente nach Norden.
I. Vereisung.				
I. Interglacialzeit.				Maximales Stadium der Transgression.
II. Vereisung.	Glacialepoche. Das Klima wird trockener. Vorstoß des Eises bis 48° 50' n. Br.	*Elephas primigenius*	Das Reliktenbassin von kaspischem Typus büßt seinen Salzgehalt noch weiter ein und sein Niveau fährt fort, sich zu senken.	
II. Interglazialzeit.	Entstehungszeit des Löß. Trockenes Klima. Rückzug des Eises, Einschneiden der Flüsse bis zur Zeit der Vereinigung des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres		Das Niveau des Reliktenbassins erreicht seinen tiefsten Stand, und zwar vor der Vereinigung mit dem Mittelländischen Meer. Sobald diese gegen das Ende dieser Epoche erfolgt ist, heben die Fluten des Mittelmeeres das Niveau und füllen die Unterläufe der Flußtäler mit Seewasser; Entstehung der Limane.	Das Niveau des Kaspischen Meeres sinkt und sein Umfang nimmt ab.
III. Vereisung.				Eindringen von *Cardium edule* ins Kaspische Meer.
Postglacialzeit.	Abnahme der Steppenausdehnung, Zunahme des Wasserreichtums der Flüsse.		Versüßung der Limane und sodann auch des Asowschen und der nordwestlichen Region des Schwarzen Meeres.	

Gegen die in dieser Tabelle dargestellten Ansichten Sokolow's lassen sich nun manche Einwendungen erheben. Widersprüche scheinen mir vor allem in der Annahme zu liegen, daß das an Stelle des Schwarzen Meeres angenommene Reliktenbassin von kaspischem Habitus seinen Salzgehalt zur Zeit der zweiten Vereisung Norddeutschlands und des zweiten Vorstoßes der nordischen Vereisung im Gebiet des mittleren Dnjepr noch weiter einbüßen soll, wobei sein Niveau fortgefahren wäre, sich zu senken. Wenn durch Überwiegen der Verdampfung über den Zufluß ein brackisches Gewässer seinen Umfang verringert, dann wird doch wohl der Salzgehalt zunehmen müssen. Es stimmt auch nicht gut, daß Sokolow sich gezwungen sieht, für das Kaspische Meer einen ganz anderen Gang der Ereignisse anzunehmen und das maximale Stadium seiner Transgression in eine spätere Zeit anzusetzen als den Hochstand des Schwarzen Meeres zu Beginn der Quartärzeit. Am meisten muß jedenfalls die Annahme befremden, daß die Zeit des Vorstoßes der nordischen Vereisung bis 48° 50′ n. Br., welche Sokolow wohl mit Recht für gleichzeitig mit der zweiten, größten Vereisung in Norddeutschland erachtet, ein trockeneres Klima über Südrußland gebracht hätte, so daß das Reliktenbassin des Schwarzen Meeres durch Abnahme der Flüsse veranlaßt worden wäre, sein Niveau zu senken. Das ist doch höchst unwahrscheinlich, und es muß im Gegenteil angenommen werden, daß die Zeit der größten Ausdehnung der diluvialen Gletscher nicht bloß durch ein kaltes, sondern vor allem auch durch ein sehr feuchtes Klima ausgezeichnet war. Es ist sogar zu bezweifeln, ob während der ganzen Quartär- oder Diluvialzeit, die wir ja als Eiszeitalter zu bezeichnen gewohnt sind, ein solches Sinken der Fläche des Reliktenbassins im Schwarzen Meere hätte eintreten können, daß die großen Limane durch tiefes Einschneiden der Flußtäler zur Bildung gekommen wären. Für andere Binnengewässer, wie für das Tote Meer Palästinas und den Großen Salzsee Nordamerikas nimmt man ja und wohl mit Recht an, daß sie im Eiszeitalter eine viel größere Ausdehnung besessen haben. Allerdings werden solche Binnengewässer während des Eiszeitalters nicht unbedeutende Schwankungen gezeigt haben — ent-

sprechend dem Alternieren der Eiszeiten und der Interglacialzeiten, aber das Schwanken der Seespiegel wird wohl nicht jenen Grad erreicht haben, der für die Entstehung der Limane nötig wäre. Eine andere Frage betrifft den Zeitpunkt der Vereinigung des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres. Sokolow nimmt, wie ich glaube, mit Unrecht an, daß diese Vereinigung ganz am Schluß des Eiszeitalters erfolgt sei. Es muß zugegeben werden, daß die Chronologie der Mittelmeerbildungen des Eiszeitalters noch sehr der Aufhellung bedarf; doch scheint es, als ob die älteren diluvialen Meeresablagerungen im gesamten Bereich des Mittelmeeres einen ungleich höheren Stand des Meeres verraten würden als die jüngeren, und es scheint mir wahrscheinlich, daß der Einbruch der Mittelmeerfluten in das Becken des Schwarzen Meeres sich viel früher vollzogen hat als Sokolow annimmt. Ich möchte deshalb auf die von ihm in der Umgebung des Mius-Limans beobachteten Verhältnisse (welche ich keineswegs in Zweifel ziehen möchte) keineswegs so großes Gewicht legen und der Vermutung Ausdruck geben, daß möglicherweiser jener Liman bei einer späteren Schwankung des Wasserspiegels eingeschnitten wurde, während die Entstehungszeit der anderen, größeren Limane eine viel frühere gewesen sein mag.

Doch kehren wir von dieser Abschweifung, welche hauptsächlich durch die Notwendigkeit verursacht wurde, den Sokolow'schen Versuch der Zeitbestimmung für die südrussischen Limane zu erörtern, wieder zu jenem Gebiete zurück, das uns zunächst interessiert: die nähere Umgebung des Bosporus und der Dardanellen.

Über dieses Gebiet hat F. Toula 1899 eine sehr interessante Studie veröffentlicht, in welcher er die Frage, wie die beiden Meerengen entstanden sind, eingehend erörtert.[1] Toula bespricht hier zunächst die Darstellung des Problems durch K. E. A. v. Hoff, welche bereits oben erörtert wurde und zeigt, daß dieser den Bosporus als einstiges Flußtal klar erkannte: »Er hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen

[1] Franz Toula, Eine geologische Reise nach Kleinasien. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. Bd. XII, Heft 1 — Anhang: Bosporus und Dardanellen, p. 22 bis 26.

Flusses von kurzem Laufe.« Toula findet es auch erwähnenswert, daß man schon damals nicht bloß die Meinung von einem Durchbruch des Bosporus von Osten her — wie K. E. A. v. Hoff annahm — sondern auch in entgegengesetzter Richtung in Erwägung zog. Von besonderem Interesse ist dann die eingehende Erörterung der 1887 von Joannes Boïatzis über den Bosporus veröffentlichten Abhandlung,[1] nach welcher wir es dort augenscheinlich mit einer »Grabenversenkung« zu tun hätten, welche aber im Laufe der Zeit großen, auch heute noch fortgehenden Veränderungen ausgesetzt gewesen sei, die vor allem durch die rasche Oberflächenströmung (2·85 *m* in der Sekunde) aus dem Schwarzen Meer ins Marmarameer, aber auch durch die langsamere im entgegengesetzten Sinne gerichtete Grundströmung verursacht wurden. Auf die Annahme Boïatzis', daß die Donau einst ins Kaspische Meer mündete und die heute von Norden her dem Schwarzen Meer zuströmenden Flüsse in sich aufnahm und dem Kaspischen Meere zuführte — eine Annahme, die auch E. Sueß[2] vertrat, aber nicht weiter begründete, und die Widerlegung dieser Hypothese durch Toula[3] möchte ich nicht weiter zurückkommen, hingegen scheint mir das von Wichtigkeit, was Toula über die Verbindung des Marmarameeres und des Beckens des Schwarzen Meeres zur Zeit der Sarmatischen und Pontischen Stufe sagt. Er tritt gegen Philippson für die diesbezüglich durch Andrussow geäußerte Ansicht ein und meint, daß die von ersterem (ebenso von Neumayr-Sueß sowie von Boïatzis) angenommene Entstehung des Bosporus in allerjüngster Zeit irrig sei: »Die *Dreissensia rostriformis* am Grunde des Bosporus und des Marmarameeres spricht, wie ich glaube, eine viel bestimmtere Sprache, und ihr Vorkommen auf Schiffsballast zurückzuführen oder durch den Abfluß des Bosporus zu erklären, halte ich für keine sehr glückliche und für eine etwas willkürliche Annahme. Da scheint mir Andrussow's Anschauung die einfachere und daher wahrscheinlichere und dies

[1] Joannes Boïatzis, Grundlinien des Bosporus. Inauguraldissertation, Königsberg 1887.

[2] E. Sueß, Antlitz der Erde, I, p. 438.

[3] F. Toula, a. o. a. O., p. 24 und 25.

um so mehr, als es mir zu beweisen gelang, daß auch im Bereiche der Dardanellen noch sichere Dreissensiengesteine auftreten und somit der Bestand eines Beckens auch während der jüngsten Tertiärzeit sogar im Bereiche des Hellespont so ziemlich außer aller Frage steht.« Zu diesen Ausführungen Toula's wäre zu bemerken, daß auch Sokolow in den beiden von ihm über die Entstehung der Limane veröffentlichten und oben besprochenen Abhandlungen den von Andrussow angenommenen früheren Zusammenhang des Marmarameeres und des Beckens des Schwarzen Meeres akzeptiert, obwohl er, wie wir gesehen haben, für die Entstehung der Limane eine geologisch sehr junge Zeit ansetzt. Nehmen wir mit Philippson an — und gegen diese Voraussetzung wird sich kaum ein gegründeter Widerspruch erheben lassen — daß die Bildung des Bosporus und der Dardanellen zeitlich mit jener der südrussischen Limane zusammenfällt, dann haben wir anscheinend einen unlösbaren Widerspruch, sobald wir mit Sokolow die Bildung der Limane in die Zeit nach der großen Vereisung heraufrücken, aber den von Andrussow behaupteten früheren Zusammenhang zwischen Schwarzem und Marmarameer zugeben. Gegen Sokolow's Chronologie der geologischen Vorgänge in der Umgebung des Schwarzen Meeres wurden oben mannigfache Bedenken geltend gemacht. Ähnliche müssen aber auch gegen die Annahme eines sehr hohen Alters von Bosporus und Dardanellen auf Grund des Vorkommens von *Dreissensia rostriformis* in der Tiefe des Bosporus und des Marmarameeres erhoben werden. Erstlich kommt *Dreissensia rostriformis* in verschiedenaltrigen Bildungen vor, ihr Auftreten gestattet daher nicht einen unzweideutigen Schluß auf das Alter der Gewässer, in denen sie lebte; dann kann aber auch die Art der Verbindung dieser Gewässer eine ganz andere gewesen sein als man gewöhnlich annimmt. Man muß, wie ich glaube, für diese Süßwassermollusken keineswegs unmittelbaren Zusammenhang der Wasserbecken voraussetzen, in denen sie lebten. Für das Sarmatische Binnenmeer wird man sich allerdings schwerlich der Annahme entziehen können, daß eine unmittelbare Verbindung des Pontus mit der Propontis stattfand, wie sie Andrussow in seiner Karte der miocänen Meere im Euxini-

schen Gebiete darstellt, auf welcher sich eine breite Meeresstraße westlich vom heutigen Bosporus gegen den See von Derkoz hinzieht.[1] Hingegen ist es sehr fraglich, ob auch während der pontischen Stufe, wie Stefani[2] will, das Ägäische Meer mit dem Pontus in Verbindung stand. Für diese Zeit liegt es wohl näher, einzelne Seen anzunehmen, welche durch Flußstrecken miteinander in Verbindung standen. Das Vorkommen pontischer Conchylien in der Tiefe des Bosporus und des Marmarameeres sowie im Bereiche der Dardanellen genügt nicht, um die Richtigkeit der von Andrussow und Toula vertretenen Ansicht zu erweisen. Es muß ferner bezüglich des Vorkommens jener Conchylien in der Tiefe des Marmarameeres darauf hingewiesen werden, daß dieses Meer zweifellos einen sehr jungen tektonischen Einbruch darstellt; — Philippson meint ja, wie wir oben gesehen haben, sogar, daß es nicht zu entscheiden sei, ob zur Zeit der fluviatilen Entstehung der Dardanellen und des Bosporus das Marmarameer schon als Binnensee vorhanden war, und er mag darin Recht haben. Es wäre nicht unmöglich, und wir werden später noch Anhaltspunkte für eine solche Annahme anzuführen haben, daß zur Zeit der Bildung der nun von Meerengen erfüllten Flußtäler das Becken des Marmarameeres nicht vorhanden war.

Cvijić ist allerdings anderer Ansicht. Er entwirft[3] folgendes Bild der hydrographischen Verhältnisse zwischen Bosporus und dem Mediterranen Meere während des Pliocäns: »Es bestanden zwei voneinander getrennte Becken, das Pontische und Marmarabecken, aus dem ersteren floß durch das pliocäne Bosporustal ein Abfluß in das zweite. Aus dem pliocänen Marmarasee floß das Wasser durch die Dardanellen und weiterhin durch die Seen des pliocänen nordägäischen Festlandes ab. Dieser große pliocäne vom Bosporus bis zum pliocänen Mediterranen Meere reichende Abfluß nahm auf der Ägäis

[1] Verhandlungen der kaiserl. russischen Mineralogischen Gesellschaft, 1897, Taf. V.

[2] Ann. de la Soc. géol. de Belge 1891 (zitiert nach Toula).

[3] J. Cvijić, Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und Altserbien. Ergänzungsheft 162 zu Petermann's Mitteilungen, p. 388.

unmittelbar sowie durch Vermittlung der Seen die Gewässer der Marica, Mesta, Struma, des Vardars, der Salamvria und der kleinasiatischen bithynischen Flüsse auf und mündete in das Mittelländische Meer bei Rhodus oder in der Umgebung der südlichen Kykladen.« Und an einer weiteren Stelle[1] betont Cvijić: »Das Becken des Marmarameeres ist von bedeutendem Alter. An den Nordküsten dieses Meeres befindet sich eine Zone sarmatischer und levantinischer Schichten, die den Beweis liefern, daß die Hauptzüge des Beckens vorsarmatisch sind. Viel wichtiger ist jedoch, daß bei Gallipoli oberpliocäne Tschaudaschichten gefunden worden sind. Während des oberen Pliocäns hat also unzweifelhaft ein tiefes Becken bestanden, das auch späterhin noch abgesunken ist. Antezedente Täler, wie die des Bujuk- und Kučuk-Čekmedže und die an der kleinasiatischen Seite beweisen, daß im Pliocän ihre Flüsse in das Marmarabecken mündeten.«

Hierzu wäre nun zu bemerken, daß die Tschaudaschichten von Gallipoli jedenfalls älter sind als die Eintiefung der Erosionstäler der Dardanellen und des Bosporus, und daß die schon von Sokolow als »Limane« erkannten, jetzt von Buchten des Marmarameeres eingenommenen, einstigen Täler wahrscheinlich zu einer Zeit erodiert wurden, in welcher das Becken des Marmarameeres den Umfang und die Gestalt des heutigen nicht gezeigt haben kann. Auch dann, wenn man Bosporus und Dardanellen nicht als Grabensenkungen gelten lassen will, sondern sie mit v. Hoff, Andrussow, Philippson und Cvijić als versenkte Flußtäler auffaßt, wird man zugeben müssen, daß die von Westen nach Osten gestreckte Tiefenregion des Marmarameeres, welche bis in den Golf von Ismid hineinreicht, einen Graben darstellt. Die häufigen Erdbeben, die sich an den Gestaden des Marmarameeres namentlich auf der südlichen, kleinasiatischen Seite ereignen, scheinen zu bekunden, daß das Zur-Tiefe-Gehen der Einbrüche hier ebenso andauert wie im Gebilde des Ägäischen Meeres. Diese Einbrüche als Ursache der Zerstückelung des alten ägäischen Festlandes hat M. Neumayr klar erkannt und es lag für ihn

[1] A. a. O., p. 389 bis 390.

nahe, auch die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen auf ähnliche tektonische Vorgänge zurückzuführen.

In der Darstellung, welche Cvijić von den »Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen« gibt,[1] bemerkt er »Neumayr's Ansicht, daß der Bosporus und die Dardanellen im Pleistocän als Verwerfungstäler entstanden und eine Art sehr schmaler Gräben seien, übte auf spätere Autoren einen großen Einfluß aus«. Und in der zugehörigen Note sagt Cvijić: »Diese Meinung hat Neumayr in mehreren Schriften dargelegt: Die jungen Ablagerungen am Hellespont (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. XI). Über den geologischen Bau der Insel Kos (Denkschrift 1880). Geschichte des östlichen Mittelmeeres (1882) und Erdgeschichte II.«

An der erstzitierten Stelle äußert sich jedoch Neumayr in etwas anderer, weit vorsichtigerer Weise. Er sagt, nachdem er das Vorkommen der Pikermifauna am Hellespont mit *Camelopardalis attica, Sus erymanthius* und *Tragoceros amaltheus* hervorhob, weil Tschihatschew aus dem vermeintlichen Fehlen der Pikermifauna in Kleinasien die Existenz eines trennenden Meeres zwischen Kleinasien und Griechenland für jene Zeit hatte folgern wollen:[2] »Eine Verbindung zwischen Propontis und Archipel war von da an nicht vorhanden, dieselbe war durch die mächtigen miocänen Sedimente obliteriert, die Wiedereröffnung eines Kanales, und zwar in der noch heute vorhandenen Form der Dardanellen, welche tief ins Miocän einschneiden, steht im Zusammenhang mit den Störungen der Tertiärschichten und ist wenigstens in ihrer Anlage auf die Bildung einer Spalte zurückzuführen, welcher die Trachyte am Hellespont entsprechen. Dieses Ereignis scheint sehr spät eingetreten zu sein, da die ältesten marinen Ablagerungen, welche dem Miocän des Hellespont diskordant angelagert sind, dem Diluvium angehören. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß das Fehlen des Pliocän nur einen negativen Anhaltspunkt bietet und daß vielleicht schon früher hier ein Flußtal existiert

---

[1] J. Cvijić, a. o. a. O., p. 374.

[2] Frank Calvert und M. Neumayr: Die jungen Ablagerungen am Hellespont, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd. 1880, p. 13 (369).

haben könnte, von dessen Ablagerungen keine Spur vorhanden wäre.« Über die Bildung des Bosporus bemerkt Neumayr an dieser Stelle nichts — er fährt lediglich fort: »Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist das Meer erst in der Diluvialzeit hier eingedrungen, da pliocäne Marinbildungen auch dem ganzen nordägäischen Becken fehlen. Auf diesem Wege erhielt das Schwarze Meer, abgesehen von den wenigen kaspischen Typen desselben seine heutige Conchylienfauna«. An den anderen, von Cvijić angezogenen Orten erörtert Neumayr nur die Zerstörung des alten ägäischen Festlandes durch Einbrüche sowie das erst zur Diluvialzeit erfolgte Eindringen des Mittelmeeres in das pontische Becken; ich habe vergebens eine Stelle gesucht, aus welcher sich die Behauptung Cvijić, daß Neumayr Bosporus und Dardanellen als »eine Art schmaler Gräben deute«, herleiten ließe. In seiner Abhandlung über Kos spricht Neumayr lediglich davon, daß die Eröffnung der Dardanellen, in welchen die diluvialen Muschelbänke 40 Fuß über dem heutigen Meeresspiegel liegen, in die Diluvialperiode falle,[1] und in der Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens bemerkt er von den Dardanellen bloß, daß ihre Eröffnung ein sehr spätes Ereignis darstellt: »Während die altdiluvialen Meeresbildungen auf Kos bis zu 600 Fuß Höhe reichen, steigen dieselben in den Dardanellen nur bis zu 40 Fuß an und gehören daher aller Wahrscheinlichkeit einem späteren Abschnitte der diluvialen Periode an«.[2] Und auch in der Erdgeschichte[3] spricht Neumayr nur davon, daß das Mittelmeer seinen geringsten Umfang während des älteren Pliozän erreichte, daß später Erweiterung stattfand, daß die mit großen Binnenseen bedeckten Länder einbrachen, welche an der Stelle des heutigen Ägäischen Meeres sich ausdehnten, daß das Schwarze Meer erheblich vergrößert und seine Verbindung nach Süden durch Bosporus und Dardanellen eröffnet wurde. Es sind also die

[1] M. Neumayr: Über den geologischen Bau der Insel Kos. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd., 1879, p. 68 (280).

[2] M. Neumayr: Zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens. Sammlung gemeinverst. wissensch. Vorträge von Virchow und Holtzendorff, Berlin 1882, p. 21.

[3] M. Neumayr: Erdgeschichte, 2. Bd., 1887, p. 699.

von Cvijić angeführten Zitate der Neumayr'schen Arbeiten als Belege für die angeblich von letzterem angenommenen »Gräben« des Bosporus und der Dardanellen zu streichen. Hingegen hat Joannes Boïatzis tatsächlich 1887 die Behauptung aufgestellt, daß der Bosporus eine »Grabenversenkung« wäre, d. h. eine Versenkung an zwei annähernd parallel verlaufenden lang hinziehenden Klüften, wobei er allerdings, wie bereits oben erwähnt wurde, annimmt, daß die Gestalt des Bosporus seither stark verändert wurde, was vor allem den Strömungen desselben zuzuschreiben sei. Boïatzis stützt sich bei seiner Annahme allerdings auf Neumayr's Darstellung der Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens, dieser selbst aber hat, wie wir gesehen haben, keineswegs jene Behauptungen ausgesprochen, die ihm Cvijić zuschreibt. Neumayr sagt im Gegenteil nur, daß die Bildung des Hellespontes im Zusammenhang stehe mit der Störung der Tertiärschichten und in ihrer Anlage auf die Bildung einer Spalte zurückzuführen sei. Er bemerkt ferner, daß vielleicht schon früher hier ein Flußtal existiert haben könnte.

Philippson hat, wie wir bereits gesehen haben, die Existenz dieses Flußtales, das vor ihm schon v. Hoff angenommen hatte, in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. J. Cvijić hat dann durch eingehende Untersuchungen diese Tatsache für Dardanellen und Bosporus unumstößlich festgestellt und insbesondere durch die Beobachtung der alten Erosionsflächen in der Umgebung der Meerengen und der alten Talböden des Bosporus und der Dardanellen gezeigt, wie durch neuerliches Aufleben der Erosionstätigkeit in die alten reifen Täler cañonartige Rinnen eingeschnitten wurden, welche später, nach dem Eindringen des Meeres in das früher vom ägäischen Festland eingenommene Gebiet, vom Meere erfüllt worden sind.

Cvijić akzeptiert vollkommen die von Neumayr gemachte Annahme eines alten ägäischen Festlandes, die ja im wesentlichen auf den schon von Spratt gemachten und später vielfach vervollständigten Beobachtungen über das Vorhandensein ausgedehnter jungtertiärer Süßwasserablagerungen beruht. Neumayr nimmt an, daß die Binnenseen, welche zur Pliocän-

zeit in diesem Gebiete bestanden, durch beträchtliche, heute im Meere versunkene Gebirgszüge von diesem getrennt waren. Er spricht in seiner Abhandlung über den geologischen Bau der Insel Kos[1] von der außerordentlichen Unabhängigkeit der Grenzen zwischen Meer, Land und Binnengewässern von den heutigen Reliefformen und sagt: »Wo heute Meerestiefen von 500, von 1000 und mehr Faden sind, da hat in früherer Zeit ein Meer seine Küste gehabt, da hat ein Landrücken den Ozean von einem Binnensee geschieden. Wir können daraus mit Bestimmtheit folgern, daß in dem jetzt offenen ostmediterranen Becken in der jüngeren Tertiärzeit Terrainerhebungen existieren, welche das Meer begrenzten und von den Süßwasserseen schieden, und daß damals Gebirgszüge, welche jetzt selbst durch die Sonde im Relief des Meeresbodens nicht mehr erkennbar sind, weit über den heutigen Wasserspiegel hervorragten.«

Das Becken des Ägäischen Meeres entstand nach Neumayr infolge der Grabensenkungen an zahlreichen verschieden gerichteten Verwerfungen, wodurch neben den die tiefsten Stellen des Ägäischen Meeres darstellenden Gräben die zahlreichen Inseln als Horste erhalten blieben. Cvijić bemerkt, nachdem er Neumayr's Darstellung über die Genesis des Ägäischen Meeres und die frühere Bildung des südlichen Teiles desselben zur Pliocänzeit, die spätere des nördlichen Teiles und die Verbindung mit dem Pontischen Becken zu Anfang und in der Mitte des Diluviums anführte:[2] »Ein unbedeutender Unterschied besteht zwischen dieser Ansicht und jener von Philippson. Auch nach Philippson haben die tektonischen Einbrüche die Tiefbecken geschaffen, die großer Inselsockel umgrenzt. Die Sockel selbst sind ebenfalls abgesunken, die einzelnen Inseln sind die von der Überflutung und von der Abrasion des Meeres verschonten Überreste eines Landes. Weiterhin stellt Philippson aber auch folgendes fest: »Doch wäre es verkehrt, die Trennung der einzelnen Inseln voneinander auf Brüche, etwa auf Grabeneinbrüche

[1] M. Neumayr, a. o. a. O, p. 69 (281).
[2] J. Cvijić, a. o. a. O., p. 389.

zurückzuführen. Die Auflösung der Landbarrieren, welche die einzelnen Einbrüche voneinander in Inselschwärme trennen, ist lediglich das Werk einer allgemeinen, die ganze Landmasse der Ägäis betreffenden Senkung, welche auf die Zeit der Erosion der jetzigen Täler, also auf das Oberpliocän, folgte.«

Ich kann diesen Unterschied zwischen den Ansichten von Neumayr und Philippson keineswegs als einen so unbedeutenden anerkennen. Er scheint mir vielmehr für die ganze Auffassung der Geschichte des Ägäischen Meeres sehr wesentlich und ich muß mich mit der Philippson'schen Ansicht, die Cvijić als auf feststehenden Tatsachen beruhend betrachtet, deshalb ein wenig beschäftigen, weil sie auch für die Frage nach der Entstehung des Bosporus und der Dardanellen von großem Belang ist.

Was wir von dem Bau der Inseln des Ägäischen Meeres wissen, spricht vielmehr für die Auffassung Neumayr's als für jene Philippson's. Zumal die Darstellung des geologischen Baues der Insel Kos, welche wir dem ersteren verdanken und in noch höherem Grade die Schilderung der geologischen Verhältnisse der Insel Rhodus durch Gejza v. Bukowski[1] zwingen dazu, an der Neumayr'schen Ansicht festzuhalten.

Man kann sich die heutigen Verhältnisse auf der Insel Rhodus mit den bis zu einer Seehöhe von mehr als 1000 englischen Fuß ansteigenden fluviatilen Bildungen der levantinischen Stufe[2] und den großen Meertiefen in der nahen Umgebung — westlich von Rhodus wurde eine solche von 1097 *m* gelotet, während in gleicher Entfernung östlich in der karamanischen Depression der Seeboden bis zu 3865 *m* herabsinkt[3] — füglich nur durch das Vorhandensein eines Horstes erklären. Über das zu Bruch gegangene Kettengebirge, als dessen Reste heute die als Inseln erscheinenden Horste zu betrachten sind, äußert sich E. Suess 1883 dahin, daß ein heute nur in Resten vor-

[1] Gejza v. Bukowski: Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 98, 1889 und Geologische Übersichtskarte der Insel Rhodus. Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanst., 48. Bd., 1898.

[2] v. Bukowski: a. o. a. O., p. 617 (101).

[3] v. Bukowski: a. o. a. O., p. 520 (4).

handener großer Bogen, welcher im Westen aus dem dinarischen Zuge bis Kreta, im Osten aus dem Taurus bis Cypern bestehe, in der Mitte vollständig eingebrochen sei. Diesen nennt er den dinarisch-taurischen Bogen.[1] Später, 1901, erörtert Suess die Frage, ob in der Nähe der Westküste Kleinasiens eine Schaarung vorhanden sei[2] und bejaht sie, woraus folgt, daß der ägäische Einbruch außerhalb der Tauriden liegt und nur dem westlichen, dinarischen Gebiete angehört.

Das südliche Lykien, in welchem Ablagerungen des Schlier oder der zweiten Mediterranstufe bis zu Höhen von mehr als 4000 Fuß emporgetragen worden sind, muß dem westlichen oder dinarischen Bogen ebenso zugezählt werden, wie nach den Beobachtungen Bukowski's die Insel Rhodus. Die Bucht zwischen der lykischen Küste und Rhodus erklärt Suess als auf einem Querbruch des äußeren dinarischen Bogens gelegen, hier sinkt der Meeresgrund steil zu großer Tiefe herab und erreicht 38 *km* von der Küste von Rhodus und nicht viel weiter von der kleinasiatischen Küste entfernt die schon oben erwähnte Tiefe von 3865 *m*.

Die Einbrüche des ägäischen Festlandes sind zweifellos sehr jung. E. Suess, welcher diesbezüglich schon früher[3] die Ansichten Neumayr's vertrat, äußert sich später dahin, daß dieselben durch neuere Untersuchungen bestätigt wurden:[4] »Philippson und Oppenheim zeigen, daß die mächtigen Konglomerate, welche vor Jahren das Erstaunen der ersten Erforscher, Boblaye und Virlet hervorriefen, jünger sind als ein Teil der levantinischen Sedimente, und Bukowski beschreibt die mächtigen fluviatilen Schottermassen, welche aus levantinischer Zeit und ohne Zweifel vom kleinasiatischen Festlande stammend, auf der Insel Rhodus lagern.« Bezüglich der Ausführungen von Philippson und Oppenheim[5] sei

[1] E. Suess: Antlitz der Erde, I, p. 638.

[2] E. Suess: Antlitz der Erde, III, p. 407.

[3] E. Suess: Antlitz der Erde, I, p. 436.

[4] E. Suess: Antlitz der Erde, III, p. 412.

[5] Paul Oppenheim: Beiträge zur Kenntnis des Neogen in Griechenland, mit einer geologischen Einleitung von Alfred Philippson, Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch., 43. Bd., 1891, p. 421 u. f.

hier lediglich bemerkt, daß sie sich hinsichtlich der Konglomerate hauptsächlich auf den Peloponnes beziehen; auf die von Oppenheim im palaeontologischen Teil jener Abhandlung gegebenen Daten über die Gliederung der neogenen Bildungen Griechenlands will ich an dieser Stelle nicht näher eingehen, da dies zu weit ablenken würde. So verlockend die Gelegenheit zu einer Erörterung des angeblichen mio-pliocänen Alters des Kalkes von Trakones und der Parallele mit dem Grobkalk von Rosignano und einer Besprechung der alten Meinungsverschiedenheiten zwischen M. Neumayr und De Stefani einerseits und Th. Fuchs andrerseits über die Beziehungen zwischen Pliocän und Pontischer Stufe gerade hinsichtlich der griechischen Neogenbildungen wäre, muß ich hier wohl darauf verzichten, für die ersteren einzutreten. Ich möchte mich lediglich auf die Bemerkung beschränken, daß die stratigraphischen Verhältnisse der Pliocän-Ablagerungen des östlichen Mittelmeergebietes mir noch lange nicht genug geklärt erscheinen, um solche Fragen mit aller Bestimmtheit zu beantworten und daß mir mannigfache Verschiedenheiten in der Auffassung der neogenen Bildungen Griechenlands insbesondere dadurch veranlaßt scheinen, daß man vielfach diluviale Bildungen für pliocäne gehalten hat. So möchte ich namentlich die angeblich oberpliocänen Ablagerungen von Kos, Rhodus und Cypern wenigstens teilweise in dem Verdacht haben, ein etwas jüngeres, diluviales Alter zu besitzen. Es wird dies wenigstens durch die eingehende Untersuchung der Conchylien-Fauna der »jungpliocänen« Meeresbildungen von Rhodus durch P. Fischer[1] ziemlich wahrscheinlich gemacht, nach welcher Untersuchung erstlich der Prozentsatz an erloschenen oder heute im Mittelmeer nicht mehr vorkommenden Arten ein geringerer ist als man früher annahm und zweitens eine ziemliche Zahl von borealen Formen auftritt, wie *Pectunculus glycimeris, Cyprina Islandica, Dosinia lincta, Pecten septemradiatus, Dentalium entale.* Bukowski, welcher aus dieser Liste *Pectunculus glycimeris* und *Dentalium entale* als

[1] P. Fischer: Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. Mémoires de la soc. géologique de France, sér. III, t. I, 1877—1881, Mém. N. 2.

noch heute im Mittelmeer lebend streicht, führt dafür *Astarte sulcata da Costa*, eine bisher auf Rhodus nicht nachgewiesene boreale Form an, die zusammen mit dem häufigen *Pecten septemradiatus* in der stratigraphisch einem tieferen Niveau angehörenden Lokalität Lártos mit Tiefseekorallen, Brachiopoden und zahlreichen zum Teil erloschenen Mollusken in unzweifelhaft pliocänen Schichten auftrete.[1] Bukowski tritt der von Neumayr in seiner Arbeit über den geologischen Bau der Insel Kos geäußerten Ansicht bei, nach welcher von den Ablagerungen, deren Faunen sich durch Beimischung borealer Arten auszeichnen, nur solche als diluvial zu betrachten wären, die gar keinen oder im äußersten Fall einen minimalen Prozentsatz an ausgestorbenen Formen enthalten und überdies ein spezielles Niveau, hoch oben in der betreffenden Schichtserie einhalten, wie dies bei Ficarazzi der Fall ist. Übrigens hält Bukowski das Vorkommen spezieller, der Glacialperiode entsprechender mariner Horizonte auf Rhodus für wahrscheinlich, wenn es auch nicht gelungen sei, Ablagerungen zu finden, deren diluviales Alter sich durch Fossilien beweisen ließe. Das Vorkommen mariner Diluvialablagerungen auf den Inseln Kos und Yali deute entschieden darauf hin, und Bukowski macht auch Schichten auf Rhodus namhaft, welche diluviale Meeresabsätze sein dürften, doch fehlt der palaeontologische Nachweis, da die betreffenden Bildungen teils fossilleer waren, teils die aufgesammelten Conchylien für eine präzise Altersbestimmung nicht hinreichten.

Cvijić nimmt die von Spratt und Neumayr behauptete Existenz eines pliocänen ägäischen Festlandes an, er macht sich aber meines Erachtens über die physikalischen Verhältnisse dieses Festlandes und zumal über seine Entwässerung eine irrige Vorstellung. Er nimmt einen großen Hauptfluß dieses Festlandes an, der durch das pliocäne Tal des Bosporus und der Dardanellen und durch das ägäische Festland floß:[2] »Das ist der pliocäne ägäische Fluß. Die pliocänen hydrographischen Verhältnisse waren hier der heutigen Hydrographie

[1] Bukowski: a. o. a. O., p. 640 (124).
[2] J. Cvijić: a. o. a. O., p. 387.

der großen amerikanischen Seen und des Lorenzstromes oder dem Flußgebiet der Newa in Rußland ähnlich. Die Kykladen und Sporaden sind noch nicht genügend untersucht, aber die Annahme ist berechtigt, daß sich auf ihnen die Gerölle des ägäischen Flusses finden dürften. Auf der Insel Rhodus hat G. v. Bukowski levantinischen Flußschotter festgestellt, der nahezu ein Drittel der Insel bedeckt und bis zu einer Höhe von mehr als 300 *m* reicht. Er ist meistens regelmäßig geschichtet, zuweilen läßt sich auch eine falsche Schichtung beobachten, Geschiebe von Kalk und Eruptivgesteinen herrschen vor. v. Bukowski ist der Ansicht, dieser Schotter entstamme dem Delta eines großen Flusses, der aus Kleinasien kam und hier in den levantinischen See mündete. Aber bisher sind keine Spuren eines pliocänen kleinasiatischen Flusses bekannt. Dagegen besitzen wir mehrere sichere Spuren des ägäischen Bosporusflusses: Die pliocänen Talböden des Bosporus und der Dardanellen und die alten Talböden der Flüsse der Balkanhalbinsel, die zur Ägäis hinflossen, also zu dem großen pliocänen Flusse hin, der die Ägäis entwässerte und in das mediterrane Meer gemündet haben dürfte. Daher ist es viel wahrscheinlicher, daß der levantinische Flußschotter auf Rhodus die Ablagerung, vielleicht das Delta, des pliocänen ägäischen Flusses bilde.« Mir scheint diese ganze Darstellung höchst unwahrscheinlich, und zwar zunächst wegen der Höhenlage der levantinischen Flußschotter auf Rhodus, welche nach Bukowski bis über 1000 engl. Fuß beträgt, so daß diese Schotter viel höher liegen als die alten Talböden des Bosporus und der Dardanellen. Nun nimmt allerdings Cvijić für letzteres Gebiet starke vertikale Veränderungen: Hebungen und Senkungen an, um das Einschneiden der cañonartigen jüngeren Täler des Bosporus und der Dardanellen in die alten reifen Täler zu erklären — wir werden auf seine diesbezüglichen Darstellungen noch eingehend zurückkommen müssen — er müßte also für die angebliche Mündungsregion seines großen pliocänen ägäischen Flusses noch viel weiter gehende Oszillationen voraussetzen, um die von ihm angenommenen hydrographischen Verhältnisse möglich erscheinen zu lassen. Die Hauptschwierigkeit für eine Erklärung im Sinne von

Cvijić liegt meines Erachtens in der ungemeinen Mächtigkeit der levantinischen Seebildungen auf Rhodus und der auf sie folgenden fluviatilen, zum Teil Deltaschichtung aufweisenden Sedimente, welche gleichfalls noch der levantinischen Zeit angehören und von einem Fluß herrühren, der in das ausgedehnte Süßwasserbecken mündete.

Diese Verhältnisse müssen sehr lange Zeit angedauert haben und sie lassen sich wohl nur dadurch erklären, daß eine Gebirgskette vorhanden war, welche die Region der levantinischen Seen vom Mittelmeer schied. Von dieser Gebirgskette, dem äußersten südöstlichen Ende der Dinariden, sind uns Reste noch auf Kreta und im lykischen Hochgebirge erhalten. Es ist anzunehmen, daß das eingebrochene Mittelstück, welches einst das ägäische pliocäne Land vom Mittelmeer schied, gleichen Charakter besaß wie die noch erhaltenen, auf Kreta und in Kleinasien bedeutende Höhen erreichenden Bruchstücke. Dann aber ist auch anzunehmen, daß zur älteren Pliocänzeit kein Fluß aus der levantinischen Seenregion zum Mittelmeer floß und die Höhenlage der fluviatilen Ablagerungen auf Rhodus wird ohneweiters verständlich. Mit Bukowski, dessen bezüglicher Annahme Suess folgt, möchte auch ich annehmen, daß der Fluß, der die mächtigen Schotterbildungen auf Rhodus aufschüttete, aus Kleinasien kam — etwa aus derselben Gegend wie der heutige Gerenis-Tschai, der nordöstlich von Rhodus mündet.

Viel später, zur Zeit der IV. Mediterranstufe Suess' dringt das Meer infolge der sukzessive erfolgenden Einbrüche in dieses Gebiet ein, starke Abrasion der limnischen und fluviatilen levantinischen Ablagerungen findet statt, wie wir der Schilderung der Verhältnisse auf Rhodus durch Bukowski mit großer Klarheit entnehmen können und es werden Meeresbildungen abgelagert, welche durch Einschwemmung von Binnenconchylien die Nähe des Festlandes verraten. Der Einbruch des ägäischen Festlandes ist, so wie es Neumayr schilderte, schrittweise erfolgt und die nördliche Ägäis mag länger Festland geblieben sein noch zu einer Zeit, als im Süden schon das Meer an der Abrasion der stehen gebliebenen Horste arbeitete. Es scheint mir aber höchst unwahrscheinlich, daß

diesem stückweisen Zur-Tiefe-Gehen das Wiederaufleben der Erosion in den alten Talstrecken des Bosporus und der Dardanellen zuzuschreiben wäre, ebensowenig wie ich es in den von Cvijić angenommenen Vertikalbewegungen der thracisch-bythinischen Rumpffläche zu erkennen vermag.

Für Bosporus und Dardanellen hat schon Philippson übereinstimmend mit den älteren Darlegungen v. Hoff's nachgewiesen, daß ihre Eintiefung der Erosionstätigkeit eines Flusses zuzuschreiben ist. Über die Richtung dieses Flusses sagt er: »Welche Richtung dieser Fluß nahm, ob von Nordosten nach Südwesten oder umgekehrt, ist nicht ganz sicher, wahrscheinlich ist wohl das erstere«.[1] Cvijić ist hingegen für die von Philippson nur als wahrscheinlich bezeichnete Annahme in ausführlicher Darstellung eingetreten. Im letzten Kapitel seiner »Grundlinien der Geographie und Geologie von Mazedonien und Altserbien«, auf dessen Inhalt schon wiederholt hingewiesen wurde und welches den Titel führt: »Der Bosporus und die Dardanellen«, gibt Cvijić erstlich eine kurze geographische Übersicht, dann einen Überblick der bisherigen geologischen Forschungen von Tschihatschew bis English und Toula. In einem dritten Abschnitt stellt er die Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen zusammen. Die Erörterung derselben ist sehr kurz und teilweise — wie wir bereits hinsichtlich der Neumayr'schen Ausführungen gesehen haben — nicht ganz zutreffend. Bezüglich der Ausführungen von Th. English bemerkt Cvijić lediglich:[2] »Die Erosionstheorie ist auch von Th. English angenommen worden, der weiterhin ausführt, daß der Bosporus und die Dardanellen vor dem Eindringen des Mittelländischen Meeres zwei verschiedene Täler gewesen seien, zwischen denen im Südwesten von Gallipoli eine durch miocäne Faltung hervorgerufene Wasserscheide vorhanden gewesen war.«[3] Diese Ansicht von English wäre jedenfalls vom Standpunkte Cvijić's näher zu beleuchten gewesen, zumal hier auf Grund

[1] Philippson: Bosporus und Hellespont, p. 24.

[2] J. Cvijić: a. o. a. O., p. 374 und 375.

[3] Th. Englisch: Eocene and later Formations surrounding the Dardanelles. Quartely Journal of the Geol. Soc. London 1904, p. 243.

eigener Untersuchungen über die Flußrichtung Meinungen ausgesprochen werden, welche jenen von Cvijić widersprechen. Wie schon eingangs bemerkt, möchte ich allerdings Philippson beipflichten in der Ansicht, daß die beiden Meerengen untergetauchte Flußtäler sind und daß sie auch »von einem und demselben Flusse abstammen, da sie in ihrer Lage, in der Tiefe der Sohle und der Höhe der Talwände so gut übereinstimmen.«

Im vierten Abschnitt erörtert Cvijić die physiographischen und geologischen Beobachtungen: die alte thracische Erosionsfläche und die alten Talböden am Bosporus, die er 1898 zuerst sah, während er 1898 Gelegenheit hatte, beide Meerengen mit Bailey Willis zu besuchen. Cvijić bemerkt, daß die Diskussion über das Bosporusproblem mit dem erfahrenen amerikanischen Physiographen und Geologen seine Ansichten bedeutend geklärt habe und daß er durch Kombination der geologischen und der physiographischen Methode es versuchen wolle, einige der Hauptfragen zu beantworten.

Er bespricht zunächst die alte, vollkommen eingeebnete Erosionsfläche, auf welcher das Peraviertel von Konstantinopel in einer mittleren Höhe von 120 bis 130 *m* liegt. Diese Erosionsfläche steigt von Pera ganz allmählich zum Rücken des Belgrader Waldes von 200 *m* (höchster Punkt 223 *m*) um von dort schroffer zum Schwarzen Meer zu fallen. Die einzelnen, kleineren linsenförmigen Erhöhungen auf dieser Fläche werden als »Monadnocks« bezeichnet, der breite gewölbte Rücken, wie der Belgrader Wald aber einer späteren »Wölbung« der Perafläche zugeschrieben, die sich meist ohne Verwerfungen vollzogen hätte. Die Perafläche lasse sich nicht nur in der Strandža, dem Sakar und den benachbarten bithynischen Gebieten Kleinasiens verfolgen, sondern sei auch an den Dardanellen deutlich sichtbar. »Der Bosporus und die Dardanellen« — sagt Cvijić[1] — »besaßen in dieser Fläche breite Täler und später erst wurden infolge ihrer Hebung und Wölbung die heutigen jungen Täler des Bosporus und der Dardanellen im alten Talboden eingetieft.« Der Darlegung der

[1] J. Cvijić: a. a. O., p. 376.

Beobachtungen, aus welchen Cvijić die Bildung und Dislozierung der »thracisch-bithynischen Fläche« und das Alter der eingetretenen Veränderungen derselben zu ermitteln trachtet, kann nicht in allen Einzelheiten gefolgt werden, es muß vielmehr diesbezüglich auf die Darstellung von Cvijić selbst verwiesen werden.

Gegen diese möchte ich zunächst Bedenken bezüglich der angenommenen Wölbung der thracisch-bithynischen Fläche äußern, welcher vor allem die Erhöhung des Belgrader Waldes zugeschrieben wird. Ich vermisse den Nachweis, daß die alte Erosionsfläche vorher eine vollkommene Ebene gewesen sein muß und meine, daß sie vielleicht von Haus aus jene Neigungen aufzuweisen hatte, die wir heute an ihr wahrnehmen. Aus den von Cvijić angeführten Beobachtungen geht meines Erachtens lediglich mit Sicherheit hervor, daß die thracisch-bithynische Fläche eine Denudationsfläche ist, wie das auch Philippson bereits gezeigt hat. Daß eine solche Abtragungsfläche aber vollkommen eben sein muß, ist wohl von Haus aus nicht zu verlangen, zumal wenn sie Gesteinsregionen von sehr verschiedener Widerstandskraft: devonische Schiefer, Quarzite, mannigfache Eruptivgesteine abschneidet. Die Bildungszeit dieser alten Abtragungsfläche läßt sich annähernd durch die rotgelben Schotter bestimmen, welche im Belgrader Walde auf den von der Denudationsfläche abgeschnittenen Devonschichten ruhen. Hochstetter hat schon 1870[1] nähere Mitteilungen über diese Ablagerungen gemacht, die er als oberstes und jüngstes Glied der miocänen Schichtenreihe (»thracische Stufe«) bezeichnete. »Nördlich von Stambul« — sagt Hochstetter[2] — »findet man im Walde von Belgrad in dem Kessel, in welchem der große Bend (Wasserreservoir) von Belgrad liegt, 20 bis 30 Fuß mächtige Geröllbänke, welche dort unmittelbar über dem devonischen Grundgebirge lagern und vorherrschend aus Geschieben von Quarz, schwarzem Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis bestehen, die tonigen

[1] Ferd. v. Hochstetter: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Teiles der europäischen Türkei. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1870, XX. Bd., p. 365.

[2] A. a. O., p. 377.

Schichten sind stellenweise schneeweiß, die Sande und Gerölle aber sind häufig eisenschüssig rot und gelb und tragen dann vollständig den Charakter des sogenannten Belvedereschotters und Sandes im Wiener Becken, der als oberste fluviatile Bildung nach den in demselben häufig vorkommenden Säugetierresten (*Dinotherium, Mastodon, Hipparion* etc.) noch zur Neogenformation gerechnet werden muß. Ähnliche Tonmergel-, Sand- und Geröllablagerungen, freilich ohne daß man in denselben bis jetzt charakteristische Tierreste gefunden hätte, sind es, welche zwischen Kilia und Karaburun die Ufer des Schwarzen Meeres bilden und weiter gegen Westen das ganze große Becken des Erkene ausfüllen und auch dort mit diluvialen Löß- und Sandbildungen so enge verknüpft sind, daß eine Trennung schwer möglich ist.«

Cvijić sagt von den Schottern von Belgrad: »Sie sind zweifellos fluviatiler Herkunft und gewiß ein Äquivalent der Wiener Belvedereschichten«. Den »Belvedereschichten«, insoweit darunter die rotgelben Schotter der »Arsenalterrasse« gemeint sind, wird aber jetzt von F. Schaffer ein jüngeres Alter zugeschrieben als der »Belvederefauna«, welche in Sanden liegt, die innig mit den Kongerienschichten verknüpft sind.[1] Darauf soll hier nur insofern verwiesen werden, als hierdurch die Schwierigkeit, derartige Flußschotter in ihrem geologischen Alter sicherzustellen, zur Genüge erhellt. Die Schotter im Walde von Belgrad können dem obersten Miocän, der pontischen Stufe angehören, die ja am Hellespont durch Calvert und Neumayr mit ihrer charakteristischen Säugerfauna nachgewiesen wurde; sie können aber auch jüngeren pliocänen Alters sein. Da Säugetierreste fehlen, ist das mit Sicherheit nicht zu entscheiden. Es mag daran erinnert werden, daß in Rumelien Sande mit der Fauna des Arnotales, also der zweiten pliocänen Säugerfauna nachgewiesen sind, deren Alter vollkommen sicher steht, da Zähne von *Elephas meridionalis* und

[1] Franz Schaffer: Die alten Flußterrassen im Gemeindegebiet der Stadt Wien, Mitteil. d. k. k. Geograph. Gesellsch., Wien 1902, Heft 11, 12. — Vergl. auch R. Hoernes: Belvederefauna und Arsenalterrasse. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Wien 1904, Nr. 4, p. 101.

Hippopotamus major gefunden wurden.[1] Das Alter der Schotter von Belgrad bleibt sonach zweifelhaft, insolange es nicht durch Säugetierreste sichergestellt werden kann und folglich ist auch die Zeit der Bildung der Perafläche nicht genau festzustellen. Sie mag schon gegen das Ende der Miocänzeit begonnen und während der Pliocänzeit angedauert haben. Cvijić hebt hervor, daß sich auf der großen alten Fläche von Pera, ja selbst auf ihren höchsten Partien, beträchtliche Mengen fluviatilen Sandes und Schotters befinden, die denjenigen ähnlich sind, die er auf der Karatmadža, der bulgarischea Strandža festgestellt habe. »Die thracische Rumpffläche zeigt also Talböden alter, mutmaßlich pliocäner Flüsse, die den geschilderten Schotter abgelagert haben. Die Rumpffläche wurde zu Ende des Pliocäns und am Anfang des Diluviums gehoben und gewölbt. Auf diese Weise können die bedeutenden fluviatilen Schottermassen auf den Höhen des Belgrader Waldes erklärt werden; seitdem begann ein neuer Erosionszyklus und es tieften sich junge Täler in der gehobenen Rumpffläche ein.«[2]

Hochstetter und ebenso Cvijić nennen als Bestandteile des Schotters von Belgrad an erster Stelle Quarz, dann Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis. Ein solcher vorherrschend aus Quarz bestehender Schotter setzt längeren Flußtransport voraus. Die pliocänen Flüsse, welche nach Cvijić diese Schotterablagerungen gebildet haben sollen, können demnach schwerlich einen älteren Abfluß des Schwarzen Meeres oder des an Stelle desselben vorauszusetzenden Binnensees gebildet haben. Es scheint mir wahrscheinlicher, daß diese Flüsse eine andere Richtung gehabt haben, und ich möchte diese Vermutung zumal auch hinsichtlich jenes Flusses festhalten, welcher den oberen alten Talboden des Bosporus in die alte Rumpffläche eingeschnitten hat. Nach Cvijić sieht man fast am ganzen Bosporus in einer Länge von über 20 *km* eine Hauptterrasse, welche 80 bis 100 *m* über dem Bosporus liegt und deren Ränder so weit voneinander entfernt liegen, daß der alte Bosporus

[1] Th. Fuchs: Über neue Vorkommnisse fossiler Säugetiere von Jeni Saghra in Rumelien etc. Verhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1879, Nr. 3, p. 49.

[2] Cvijić: A. o. a. O., p. 379.

zwei- bis dreimal breiter als der heutige gewesen sein muß. Unter dieser Hauptterrasse liegt eine niedrigere Felsterrasse, die 25 bis 30 *m*, an manchen Stellen auch 40 *m* über dem Bosporus liegt, und Cvijić meint, daß sich später durch genauere Messungen vielleicht noch zwei noch niedrigere Terrassen werden unterscheiden lassen. »Die obere Terrasse dürfte das Tal des Bosporus in der alten Erosionsfläche sein, bevor diese gehoben und gewölbt wurde. Das obere Tal ist antezedent gegenüber der Wölbung der Perafläche. Durch die späteren Bewegungen wurde auch der alte Talboden des Bosporus disloziert, er zeigt verschiedene Höhen und scheint, von Anadoli-Kavak gesehen, nach Nordnordost zum Schwarzen Meere hin geneigt zu sein, von Anadoli-Kavak ist er unzweifelhaft in der Richtung nach Konstantinopel zum Marmarameer hingeneigt. Von Anadoli-Kavak aus sieht man das Stück einer Terrasse oberhalb Anadoli-Fener am Schwarzen Meere.«[1]

Zu diesen Angaben von Cvijić möchte ich bemerken, daß ich die von ihm nachgewiesenen Terrassen, welche die alten Talböden des Bosporus bezeichnen, keineswegs in Zweifel ziehen will, sondern nur bei dem Umstand, als die Terrassen — wie das die von Cvijić veröffentlichte geologische Übersichtskarte des Bosporus[2] recht gut erkennen läßt — an vielen Stellen unterbrochen sind und eine sehr verschiedene Richtung erkennen lassen, nicht ganz davon überzeugt bin, daß die Terrassen in der Tat so zusammengehören, daß sich die von Cvijić behauptete Neigung des alten Talbodens einerseits zum Marmara-, andrerseits zum Schwarzen Meere mit voller Sicherheit ergibt. An manchen Stellen, so bei Kandili auf der asiatischen, bei Arnaut-Köi auf der europäischen Seite scheinen nach der Karte zwei Hauptterrassen (bei Cvijić mit starken Linien markiert, während die niedrige Terrasse durch eine gestrichelte Linie bezeichnet ist) in verschiedener Höhe aufzutreten, von welchen die obere Terrasse wahrscheinlich der oberen Felsterrasse von Anadoli-Kavak in 100 *m* Höhe entsprechen dürfte. Meines Erachtens müßten die Terrassen am

[1] Cvijić, a. a. O., p. 381.
[2] A. a. O., p. 370.

Bosporus viel genauer in ihrer Höhe und in ihrem Zusammenhange untersucht werden, ehe man bestimmte Schlüsse auf die Neigung und etwaige Dislokation der alten Talböden aus ihnen ableiten könnte.

Noch unsicherer verhält es sich mit den alten Talböden des Dardanellenflusses. Cvijić gibt an, daß man nicht nur in der Umgebung von Čanak, sondern um die ganzen Dardanellen die Erosionsfläche erkenne, welche die Fortsetzung der Perafläche bilde, hier jedoch in sanfte Wölbungen und breite Senkungen gewellt sei. Bei Kilid-Bahr und Čanak liege die alte Erosionsfläche etwa 200 *m* hoch. Von hier steige sie zum nordwestlichen Rand der Halbinsel Gallipoli empor, wo sie, wahrscheinlich längs einer jungen Verwerfung, in den Golf von Saros hinabreiche. Im Südost von Čanak erreiche die Erosionsfläche eine Höhe von 300 *m*. Die Dardanellen sind nach Cvijić als Erosionstal in diese alte Erosionsfläche eingeschnitten und das alte in die Perafläche vertiefte Dardanellental ist mindestens zweimal breiter als die heutigen Dardanellen, welche als jüngeres Tal mit steilen und senkrechten Wänden cañonartig in jenes ältere Tal eingeschnitten sind. »Weiter sieht man« — sagt Cvijić[1] — »zwischen dem Rande der Perafläche und dem Wasserniveau der Dardanellen Abstürze und Ränder, die größtenteils Verwitterungsabstürze sind, manche dürften jedoch als Terrassen gedeutet werden, die der niedrigeren Bosporusterrasse entsprechen würden.« Über den alten Talboden der Dardanellen liegen aber nur wenige Angaben vor. Nach Cvijić wäre er am besten um Nagara-Kalessi erhalten geblieben, dann oberhalb Gallipoli und zwischen Gallipoli und dem Flüßchen Bujukdere. Cvijić nimmt für die Dardanellen die gleiche Entstehung an wie für den Bosporus: die Erosionsfläche sei während des Pliocän entstanden und zu dieser Zeit hätte sich auch das breite und nahezu reife Tal des Dardanellenflusses gebildet. Mutmaßlich gegen das Ende des Pliocäns wäre die Erosionsfläche umgestaltet, emporgehoben, gewölbt und wellenförmig disloziert worden. Dadurch sei eine neue Vertiefungserosion hervorgerufen worden: »Der Dardanellenabfluß

[1] Cvijić, a. a. O., p. 384.

vertiefte sich im alten breiten Talboden und es entstand das heutige cañonartige Tal der Dardanellen. Die tektonischen Prozesse setzten sich im Diluvium fort. Infolge der Senkung des Geländes geriet das ganze cañonförmige Tal der Dardanellen unter das Meer und wurde eine Meerenge.«

Im Abschnitt 5 »Entwicklungsgeschichte des Bosporus und der Dardanellen«[1] gibt Cvijić zunächst eine Übersicht der geologischen Geschichte, er erörtert die Ausbildung und das Alter der thracischen Rumpffläche, bespricht den pliocänen ägäischen Fluß, die Entstehung und das Alter des Marmarameeres und des nördlichen Ägäischen Meeres, die Hebung und Wölbung der thracisch-bithynischen Rumpffläche, die Entstehung der jungen Cañontäler des Bosporus und der Dardanellen, das seitliche Zusammentreffen der Hebung und Vergletscherung und schließlich die spätdiluvialen und rezenten tektonischen Vorgänge sowie die rezente Erosion im Bosporus und den Dardanellen. Manche dieser Ausführungen, so zumal jene, welche den pliocänen ägäischen Fluß betreffen, haben bereits Erwähnung und Erörterung gefunden, hinsichtlich der Hebung und Wölbung der thracisch-bithynischen Rumpffläche möchte ich die Bemerkung machen, daß sie wohl hauptsächlich deshalb angenommen wurde, um die Entwässerung des Schwarzen-Meer-Beckens durch den pliocänen ägäischen Fluß überhaupt möglich erscheinen zu lassen. Diese Hebung hätte aber eine sehr bedeutende sein müssen, wenn durch sie der Abfluß des pontischen Beckens durch das ägäische Festland zum Mittelmeer erklärt werden sollte. Mit etlichen hundert Metern würde man hier das Auslangen kaum finden, besonders bei der Hochlage der levantinischen Binnenablagerungen auf Kos und Rhodus und der Voraussetzung von Gebirgsketten, welche die levantinischen Seen der Ägäis vom Mittelmeer trennten. Andrerseits läßt auch das Vorhandensein von Quarzschottern auf der thracischen Rumpffläche, die doch auf einen längeren Flußtransport schließen lassen, kaum die Annahme zu, daß der Fluß oder die Flüsse, welche sie herbeitgetragen haben, dieses Material aus dem damals schon bestehenden

[1] Cvijić, a. a. O., p. 385 bis 392.

Becken des Schwarzen Meeres geholt hätten, viel eher liegt die Vermutung nahe, daß die Entwässerung der Ägäis den entgegengesetzten Lauf genommen hat und die Quarzgeschiebe vom ägäischen Festland stammen. Ich kann Cvijić nicht beistimmen, wenn er[1] sagt: »Die Abflußrichtung in den pliocänen Tälern des Bosporus und der Dardanellen läßt sich mit genügender Wahrscheinlichkeit bestimmen. Es ist zunächst am wahrscheinlichsten, daß das Wasser aus dem brackischen und Süßwasserbecken, nämlich dem pontisch-kaspischen und dem Marmarabecken, durch die Dardanellen und durch das Gebiet der ägäischen pliocänen Seen zum Mediterranen Meere als zum nächsten Meere und zur Erosionsbasis des gesamten Gebietes geflossen sei. Der pliocäne Talboden des Bosporus zeigt streckenweise eine Neigung gegen das Marmarameer, jener der Dardanellen vorzugsweise gegen das Ägäische Meer. Sie sind aber beide disloziert, so daß man daraus keine sicheren Schlußfolgerungen ziehen kann.« Es gibt aber in der Umgebung des Bosporus und im Bosporus selbst genug Tatsachen, aus welchen man den entgegengesetzten Schluß ziehen kann als jenen, welchen Cvijić hinsichtlich der Richtung des ägäischen Flusses ableiten will.

Das Goldene Horn ist, wie schon Sokolow betont hat und wie seither übereinstimmend von allen Autoren, die sich über den Gegenstand vernehmen ließen, anerkannt wurde, ein echter Liman, ein ertränktes Flußtal. Seine Bildung hängt zweifellos mit jener des Bosporus selbst zusammen und wurde nur durch die Erosion jenes Flusses ermöglicht, der den Bosporus selbst geschaffen hat. Die vereinigten Zuflüsse des Goldenen Horns, Čatane und Alibei-Su haben seinerzeit, als sie einen Nebenfluß des Bosporusflusses bildeten, das Goldene Horn eingeschnitten. Nun krümmt sich das Goldene Horn an seiner Mündungsstelle nordwärts gegen den Bosporus, was entschieden darauf hindeutet, daß der Hauptfluß, in welchen der Seitenfluß des Goldenen Horns mündete, einst die entgegengesetzte Richtung besaß als die heutige Oberflächenströmung des Bosporus.

[1] A. o. a. O., p. 387.

Der Bosporus zeigt nicht nur an seinen Ufern, sondern auch in seinen Tiefenverhältnissen die Gestalt eines echten Flußtales. Er weist tiefe Auskolkungen auf, welche an jene der Donau im Eisernen Tore erinnern. Cvijić gedenkt auch dieser Erscheinung, aber nur bezüglich der Enge nördlich von Rumeli-Hissar, wo der Bosporus nur 660 *m* breit ist. Er sagt:[1] »Diese schmalste Strecke des Bosporus heißt Šejtan-Akentizi (Teufelsfluß) und daselbst hat der Stromstrich der oberen Strömung 9 bis 10 *km* Geschwindigkeit in der Stunde, während die durchschnittliche Geschwindigkeit des Wassers im Bosporus 3 bis 4 *km* in der Stunde beträgt. Die Tiefe des Bosporus beträgt 50 bis 70 *m*, im Šejtan-Akentizi bei einer kolkartigen Vertiefung etwa 120 *m*.«

Dieser Kolk im »Teufelsfluß« ist aber nicht der einzige, wenn auch der tiefste im Verlauf des Bosporus. Ein Blick auf das Kärtchen des Bosporus in Berghaus's Physikalischem Atlas lehrt uns, daß fünf solcher Kolke vorhanden sind, welche unter 100 *m* hinabreichen. Es sind der Reihe nach von Süd nach Nord die folgenden: 1. zwischen Beilerbejkjöi am asiatischen, Orta-Kjöi und Arnaut-Kjöi am europäischen Ufer, 2. zwischen Kandili an ersterem und Bebek an letzterem, 3. zwischen Kanlydshe am asiatischen und Rumeli-Kjöi am europäischen Ufer, 4. zwischen Bejkjös an ersterem und Böjükdere an letzterem, 5. zwischen Anadoli Fener auf asiatischer und Fanaraki auf europäischer Seite an der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer. Alle diese Kolke liegen den engsten Talstrecken gegenüber so, wie es einem Flusse entsprechen würde, der vom Marmarameer ins Schwarze Meer läuft, keineswegs aber kann ihre Verteilung und Lage mit der entgegengesetzten Annahme vereinbart werden. Am beweisendsten scheint mir in dieser Hinsicht der letzte zwischen Anadoli Fener und Fanaraki an der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer gelegene Kolk (5), dessen Bildung durch einen Abfluß aus dem Schwarzen Meer vollkommen unverständlich wäre. Daß diese Kolke aber nicht etwa durch die zweite, untere Strömung des Bosporus gebildet worden sein können, die tatsächlich gegen-

[1] A. o. a. O., p. 369.

wärtig schwereres, salzigeres Wasser aus dem Marmarameer ins Schwarze Meer führt, ist wohl bei der geringen Geschwindigkeit dieser Strömung selbstverständlich.

Noch deutlicher als dies durch die Berghaus'sche Darstellung der Kolke auf dem Grunde des Bosporus (vergl. die darnach hergestellte Figur 1) ersichtlich gemacht wird, erweist die Erörterung der Tiefenverhältnisse des Bosporus durch

Fig. 1.

Die Kolke des Bosporus nach Berghaus.

Th. English, beziehungsweise der von ihm veröffentlichte Längsschnitt durch den Bosporus (vergl. die Figur 2, welche die Durchschnitte English's wiedergibt), daß die jetzt als Meerenge uns entgegentretende Erosionsrinne einst von einem gegen die Depression des Schwarzen Meeres gerichteten Flusse geschaffen wurde.

Die Abhandlung von Th. English,[1] welche so viele neue und wesentliche Beobachtungen über das Auftreten der Formationen in der Umgebung der Dardanellen enthält — es sei hier vor allem des Nachweises des oligocänen Alters des Kohlenbeckens von Keshan, bezeichnet durch das Vorkommen von *Anthracotherium*[2] und *Corbicula (Cyrena) semistriata* gedacht sowie auf die Entdeckung mariner Ablagerungen des Vindbonien Depéret (II. Mediterranstufe Suess) mit *Pecten aduncus* Eichw., *Ostrea lamellosa* Brocc., *Alectryonia Virleti* Desh., *Arca (Anadara) diluvii* Lamk. bei Eregli am Golf von Xeros und mit *Ostrea crassissima* Lamk. bei Myriophyto an der nördlichen Küste des Marmarameeres verwiesen — trägt auch vieles zur Lösung der uns hier beschäftigenden Frage bei. Für English ist es ausgemacht, daß die Erosion des Bosporus zur Pliocänzeit durch in der Richtung gegen das Schwarze Meer fließendes Wasser stattfand. English erinnert in der betreffenden Erörterung[3] zunächst daran, daß nach Andrussow das Schwarze Meer von der Pontischen Stufe bis zum Beginn der Diluvialepoche ein von allen Seiten geschlossenes, mit brackischem Wasser erfülltes Becken bildete und der Bosporus vor seiner Erfüllung durch die See den Grund eines Erosionstales darstellte. Diese Annahme sucht English durch weitere Untersuchungen zu stützen. Er verweist vor allem auf die Bedeutung der postsarmatischen Erhebung einer Falte hin, welche den Rücken Dohan-Aslan und Serian-Tepe bildete. Diese Erhebung habe die Verbindung zwischen dem Marmarameer und dem Golf von Xeros geschlossen. Im Kern der Falte seien ältere Gesteine aufgeschlossen und das postsarmatische Alter ihrer Aufrichtung wäre dadurch sichergestellt, daß die älteren tertiären Sedimente bis zu den sarmatischen Schichten und diese selbst zu beiden Seiten der Rücken mit beständigem Ost-Nordost-Streichen

[1] Thomas English, Eocene und Later Formations surrounding the Dardanelles. Quarterly Journal of the Geological Society of London, 60. Bd. 1904, p. 243.

[2] *Anthracotherium minus* Cuv., nach der Bestimmung von R. B. Newton im Anhang zu der zitierten Abhandlung von Th. English, a. a. O., p. 286.

[3] Th. English, a. o. a. O., p. 261 u. f.

jäh von demselben abfallen. Der so gebildete Damm, welcher dem Marmarabecken jeden Ausfluß nach Westen versperrte, sei die Ursache des Abflusses des Marmarawassers in das Schwarze Meer während der Pliocänzeit gewesen. Erst später wäre durch das Einschneiden der Dardanellen der Abfluß des Marmarameeres und Schwarzen Meeres in das Mittelmeer ermöglicht worden. Da nach seiner Kenntnis tertiäre Ablagerungen längs des Bosporus bisnun nicht gefunden worden seien, erachtet es English für nutzlos, darüber nachzusinnen, wann und wie das Tal, welches jetzt die Meerenge bildet, zuerst eine zusammenhängende Gestalt in den alten Gesteinen gezeigt hätte. Allem Anschein nach sei es zufolge des Rückzuges des Sarmatischen Meeres durch einen nordöstlich fließenden Fluß gebildet worden, eingeengt zu einer engen Felsschlucht zwischen Rumeli Hissar und Kandili, wo die allgemeine Wasserscheide zwischen Schwarzem Meer und Marmarameer die Meerenge kreuzt. Das Gefäll des Längsschnittes nach den tiefsten Teilen der Meerenge ist nach English — abgesehen von einer bemerkenswerten Vertiefung bei Kandili von 66 Faden,[1] — nahezu gleichmäßig: Die Tiefe wachse von 20 Faden an dem südwestlichen Ende zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm bis zu 36 Faden an dem nordöstlichen Eingang bei Fil-Burun in einer Distanz von 14 Seemeilen (vergl. Fig. 2).

English hebt dann hervor, daß das Vorhandensein älterer vormiocäner Schichten an der Spitze des alten Serails und Sondierungen von Felsgrund außerhalb dieses Punktes es wahrscheinlich machen, daß hier eine harte Felsschranke die Meerenge bis zu den Devonischen Gesteinen bei Skutari durchzieht. Diese Barre verursache das seichteste Wasser in der ganzen Distanz von 167 Seemeilen zwischen dem Mittelmeer und dem Schwarzen Meer, sie habe die untere Grenze des Wasserspiegels des Marmarameeres bestimmt, bevor die Dardanellen eingeschnitten wurden und sie bezeichne jetzt das Niveau, bei welchem das Schwarze Meer wieder zu einem

[1] Deren Entstehung, wie wir später sehen werden, English einer jüngeren Auskolkung zuschreibt.

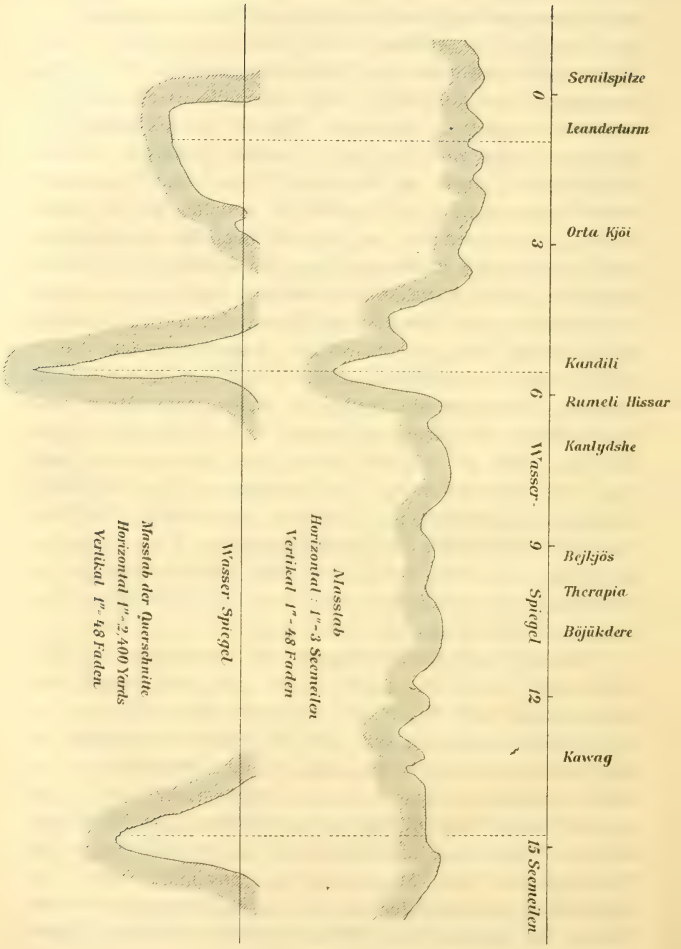


Fig. 2.

Durchschnitte durch den Bosporus nach Th. English.

geschlossenen Becken werden würde. Zur Zeit, als der Einschnitt des Bosporustales vollendet wurde, sei der von Professor Andrussow beschriebene Pontisch-Kaspische See nahezu 200 Fuß tiefer gestanden als heute.

Es sei ferner, meint English, nicht leicht zu entscheiden, ob die Bildung der tiefen Depression (660 Faden) des Marmarameeres dem Einschneiden des Bosporustales voranging oder nachfolgte, aber die zahlreichen Erdbeben, welche ersichtlich mit den Brüchen an den Rändern des Senkungsfeldes zusammenhängen, machen es wahrscheinlich, daß der Einsturz des Marmarabeckens noch fortschreitet. Jedenfalls habe der Rückzug des Sarmatischen Binnenmeeres die Bildung eines oder mehrerer Seen veranlaßt, welche nordostwärts durch den Bosporus entwässert wurden und das Wasser derselben sei ausgesüßt worden und gefallen, während das Bosporustal in der Pliocänzeit allmählich seine gegenwärtige Gestalt gewonnen habe. Dann hätte der Spiegel des Pontisch-Kaspischen Sees wieder zu steigen begonnen, so daß in Zusammenhang mit jenem auch das Marmarameer allmählich seine Grenze westwärts bis Gallipoli vorschieben konnte und Brackwasser-Schichten mit kaspischen Conchylien daselbst zur Ablagerung kamen. Das Steigen des Wasser habe allmählich die Höhe erreicht, welche durch die Strandbildungen bei Hora, 130 Fuß über der Meeresfläche angezeigt werde, welche *Neritina fluviatilis (= danubialis), Didacna crassa, Dreissensia polymorpha* und *Mytilus edulis* enthalten. In Fig. 6, p. 264 gibt English eine Ansicht dieser Strandbildungen mit der Bezeichung: »Raised beach, 130 feet above sea-level, at Hora lighthouse, northwestern coast of the Sea of Marmara«. An anderer Stelle[1] sagt er »Dieser Strand bezeichnet den letzten Hochwasserstand des Pontisch-Kaspischen Binnenmeeres und einen Teil der Umgrenzung des Marmarasees zur Zeit, als die Conchylienbank von Gallipoli aufgehäuft wurde. Das Konglomeratgestein, auf welchem Gallipoli erbaut ist, besteht großenteils aus Schalen von *Didaena crassa, Dreissensia Tschaudae* und *Dr. polymorpha.* Die Ablagerung ist meiner

[1] Th. English, a. o. a. O., p. 265.

Ansicht keine gehobene Strandbildung (»The deposit is not, in my opinion, a raised beach«), sie breitet sich wenigstens über zwei Quadratmeilen aus mit einer sehr gleichmäßigen Oberfläche, ungefähr 80 Fuß über dem Seespiegel. An der Bas-Tschesme-Bai (Gallipoli) wird das Konglomerat teilweise durch eine lokale Ablagerung von sandigem Lehm ersetzt, in welchem eine ungefähr 1 Fuß dicke Lage mit denselben kaspischen Conchylien *Didacna crassa* und *Dreissensia polymorpha* auftritt, welche sich deutlich in dieser ursprünglichen Lage befinden, da manche von den beiden Schalen noch zusammenhängen«. English erinnert dann daran, daß Andrussow das Konglomerat von Gallipoli als Äquivalent der Tschauda-Schichten von Kertsch betrachtet und als gebildet in einem brackischen Binnensee vor der Existenz der Dardanellen; er erörtert ferner (ohne der Darlegungen Neumayr's über diesen Gegenstand zu gedenken), daß nach Philippson die Bildung der ägäischen Senkungen zwischen dem unteren und oberen Pliocän begann. Er knüpft daran die Hypothese, daß hieraus eine umgekehrte Drainage des Dardanellengebietes durch einen Fluß hervorging, dessen Wasserscheide südwestlich von Gallipoli lag, und daß dann, als dieser durch subaerische Wirkungen unter das Niveau des eingedämmten pontischen Wassers geriet, der erfolgende rasche Ausfluß die Bildung der Dardanellen herbeiführte.

English meint auch, daß durch die Anzapfung des damals hoch stehenden pontischen Binnenmeeres und den vehementen Ausfluß desselben durch die bereits gebildete Rinne des Bosporus die tiefe Auskolkung bei Rumeli-Hissar gebildet worden wäre. Ich habe bereits oben, im Anschluß an die Erörterung der von Berghaus gegebenen Darstellung der Kolke des Bosporus die Meinung vertreten, daß die Lage dieser Kolke nur mit der Annahme einer Flußrichtung nach Nordost vereinbar wäre und möchte an dieser Ansicht, die dort hinsichtlich aller Kolke des Bosporus geäußert wurde, auch mit Bezug auf den tiefsten derselben bei Rumeli Hissar festhalten. Die Kolke des Bosporus sind zweifellos Staukolke. Bezüglich der Ausbildung derartiger Vertiefungen sei auf die Unterscheidung

von Wirbel- und Staukolken bei Eduard Suess[1] und die Darlegungen über die Entstehung der letzteren verwiesen. Staukolke liegen stets stromabwärts, unterhalb des stauenden Hindernisses und die Kolke des Bosporus können demgemäß nur von einem Fluß verursacht worden sein, der die Richtung vom Marmarameer gegen das Schwarze Meer hatte.

So bestechend die gesamten Ausführungen English's durch die Klarheit ihrer Darlegungen auch sind, können sie doch nicht ohne weiteres angenommen werden. Ich möchte ihnen nur hinsichtlich der Eintiefung des Bosporus durch ein nordöstlich fließendes Gewässer unbedingt beipflichten. Es läßt sich auch außer den Kolken im Bosporus und den allgemeinen Verhältnissen des Gefälles in demselben noch ein weiteres Argument für diese Annahme anführen, die Tatsache nämlich, daß auf dem Grunde des Schwarzen Meeres nächst der Mündung des Bosporus Tiefenverhältnisse vorhanden sind, welche andeuten, daß die Flußrinne noch ein Stück auf dem Grunde des Meeres zu verfolgen ist. Ich kann dies allerdings nur aus einem ungenügenden Beweismaterial ableiten, da mir eine Tiefenkarte des Schwarzen Meeres mit genaueren Angaben in Graz nicht zugänglich war; doch zeigt die Karte 24 des Berghaus'schen Physikalischen Atlasses (Mittelländisches und Schwarzes Meer) sehr bezeichnende Einbiegungen der Tiefenlinie von 200 *m*, welche sich dem Bosporus zukehren, während die Tiefenlinie von 1000 *m* keinerlei Störung erkennen läßt (Fig. 3). Wenn — wie ich mit gutem Grund annehmen darf — in der Tat Furchen auf dem Grunde des Schwarzen Meeres vorhanden sind, welche als Verlängerung des Bosporustales betrachtet werden können, so sind sie gewiß nicht durch die heutige untere Strömung salzigeren Wassers verursacht worden, zumal diese ihre Wirkung kaum bis zu einer Tiefe

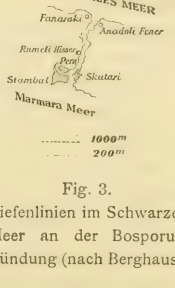


Fig. 3.
Tiefenlinien im Schwarzen Meer an der Bosporusmündung (nach Berghaus)

[1] E. Suess, Antlitz der Erde II, p. 433 bis 439.

von 200 *m* und darüber hinaus wird erstrecken können, da sie schon in der Enge des Bosporus eine viel geringere Schnelligkeit als die obere Strömung des weniger salzigen Bosporuswassers besitzt und jedenfalls in einiger Entfernung von der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer bereits so viel an Geschwindigkeit verloren haben wird, daß sie nicht mehr imstande sein könnte, Rinnen auf dem Meeresgrund zu erzeugen, wenn auch der Natur der Sache nach das aus dem Marmarameer, beziehungsweise dem Mittelmeer kommende salzigere Wasser gegen die Tiefen des Schwarzen Meeres hinströmen wird. Es ist viel eher anzunehmen, daß jene Rinnen, deren Vorhandensein hier vorausgesetzt wird, durch den pliocänen Fluß erzeugt wurden, welcher den Bosporus eingeschnitten hat und noch eine Strecke auf dem heutigen Boden des Schwarzen Meeres zu durchlaufen hatte, ehe er den damals so tief stehenden brackischen See erreichen konnte.

Hingegen möchte ich mit Philippson und Cvijić annehmen, daß der Einschnitt der Dardanellen durch eben denselben Fluß verursacht wurde, welcher den Bosporus als ein Erosionstal bildete. Die Übereinstimmung in den wesentlichen Verhältnissen, zumal was die Talrinne, ihren cañonartigen Charakter und ihre Tiefe anlangt, ist zu groß, als daß die von English angenommene verschiedenartige Bildung der beiden Taleinschnitte wahrscheinlich wäre. Ich muß vor allem die von English behauptete Trennung der Abflußgebiete durch die Aufrichtung des postsarmatischen Rückens von Dohan-Aslan und Serian-Tepe bezweifeln. Nach dem Rückzug des Sarmatischen Binnenmeeres finden wir zur pontischen Zeit fluviatile Ablagerungen in der Gegend des Hellespontes. Aus offenbar über den sarmatischen *Maltra*-Kalken lagernden Schichten von Renkiöi führt M. Neumayr *Tragoceras amaltheus* Wagn., *Palaeoreas* sp., *Sus erymanthius* Wagn., *Mastodon longirostris* Kaup., *Hippotherium gracile* Kaup., *Camelopardalis attica* Gaudry an.[1] Paläontologisch sind demnach Schichten vom Alter des Pikermi-Horizontes in der Um-

[1] Frank Calvert und M. Neumayr, Die jungen Ablagerungen aus Hellespont. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd., 1880, p. 8 [364].

gebung des Hellespontes sicher nachgewiesen, die Frage, ob diesem Horizonte die von Hochstetter als »thracisch« bezeichneten Schotter des Waldes von Belgrad bei Konstantinopel angehören, wurde bereits oben berührt. Jedenfalls weisen diese Schotter auf einen längeren fluviatilen Transport hin, der wohl kaum aus der Gegend des Schwarzen Meeres, sondern eher aus jener des Ägäischen anzunehmen ist. Wüßten wir näheres über die Schichten, welchen die von Neumayr angeführten, von Calvert gesammelten Reste entstammen, so könnte wohl ein bestimmterer Schluß gezogen werden, so aber sagt Neumayr ausdrücklich von den oben angeführten Säugetierresten: »Die Zähne, nach welchen diese Bestimmungen gemacht wurden, können nicht aus der sarmatischen Stufe stammen und dasselbe ist wahrscheinlich bezüglich einzelner Hornzapfen und Hufe von Antilopen der Fall. Es ist daher zu vermuten, daß diese Formen aus einer obersten, die sarmatischen Kalke bedeckenden Lage pontischen Alters herrühren; in der oberen Abteilung treten Gerölle und Sande auf und es ist wahrscheinlich, daß diese es sind, welche ein jüngstes Niveau mit den genannten Säugetieren darstellen, das bisher von älteren, petrographisch ähnlichen Bildungen noch nicht unterschieden worden ist.« Cvijić will nicht nur in der Umgebung von Čanak, sondern um die ganzen Dardanellen die alte thracische Erosionsfläche erkennen, die er als Fortsetzung der Perafläche bezeichnet; in dieser wäre zuerst das alte Dardanellental eingeschnitten worden, das mindestens zweimal breiter war als die heutigen Dardanellen, und in den Becken desselben schließlich das jüngere Tal mit steilen und senkrechten Abhängen. Auch für das ältere, reife Dardanellental möchte ich im Gegensatz zu Cvijić und English annehmen, daß es durch einen pliocänen Fluß, welcher von dem einstigen ägäischen Festland dem Becken des Schwarzen Meeres zuströmte, geschaffen worden sei. In diesem Becken erfolgt an der oberen Grenze des Miocän eine beträchtliche Reduktion des Binnenmeeres, das zur sarmatischen, mäotischen und pontischen Zeit bereits erhebliche Schwankungen in seinem Stande aufzuweisen hatte. Auch die weitere Regression ist sicher nicht auf einmal, sondern wohl stufenweise erfolgt, bis schließlich

jener von Andrussow und Sokolow dargelegte Tiefstand des eingeengten Pontus erzielt wurde, der durch die Erniedrigung der Erosionsbasis das Einschneiden des Bosporus und der Dardanellen in die oberen breiten Talrinnen verursachte.

Der Zeitpunkt, in welchem das Meer von diesen Rinnen Besitz ergriffen hat, nachdem das ägäische Festland stückweise zur Tiefe gegangen war, ist mit ziemlicher Sicherheit festzustellen. Seit langer Zeit kennt man in der Umgebung der Dardanellen in verschiedener Höhe Meeresablagerungen diluvialen Alters. Spratt hat sie schon 1857 erwähnt; M. Neumayr bespricht[1] 1880 die diluvialen Muschelbänke von Gallipoli und Čanak-Kalessi und hebt hervor, daß unter 29 von ihm aufgezählten Arten nur 15 mit der heutigen Fauna des Schwarzen Meeres gemeinsam sind, er erwähnt auch ein Feuersteinmesser, welches aus diesen Ablagerungen stammen soll (was später von Calvert in Abrede gestellt wurde) und bemerkt: »Menschliche Ansiedlungen existierten demnach hier schon zu einer Zeit, als das Meer noch 40′ höher stand als jetzt, und von einzelnen Conchylienarten bewohnt war, die jetzt ausgestorben sind *(Tapes* cf. *Dianae)* oder wenigstens aus den benachbarten Gegenden verschwunden sind *(Eastonia rugosa).*«[2] Toula schildert junge Mediterranablagerungen auf dem Wege von Čanak Kalessi nach Lapsaki (Lampsakos), er bespricht Austern- und Lithothamnienbänke und gibt nach Bestimmungen von Dr. Rudolf Sturany eine Liste von durchwegs mediterranen Arten dort auftretender Conchylien.[3] English erörtert außer diesen, in relativ tiefem Niveau an den Dardanellen angetroffenen jungen Meeresbildungen viel höher liegende an der nördlichen Küste des Marmarameeres. Schon 1902[4] führt er ein Strandkonglomerat bei Myriophyto an, welches ungefähr 330′ über dem heutigen Meeresspiegel

[1] F. Calvert und M. Neumayr, a. o. a. O., p. 10 (366) u. f.

[2] F. Calvert und M. Neumayr, a. a. O., p. 14 (370).

[3] F. Toula, Eine geologische Reise nach Kleinasien. Beiträge zur Palaeontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, XII, 1900, p. 14, 15.

[4] Th. English, Coal and Petroleum-Deposits in Europaean Turkey Quarterly Journal of the Geological Society, London, 48. Bd. 1902, p. 159.

liegt, und 1904 macht er eine weitere Mitteilung über eine Bank mit mediterranen Conchylien, welche bei Hora 405′ über dem Meeresspiegel sich findet.[1] Er gibt auch eine bildliche Darstellung dieser Ablagerung, welche ungefähr 1000 Yards landeinwärts von einer anderen Conchylienbank in 130′ Seehöhe gelegen ist, welche letztere kaspische Arten *(Didacna crassa, Dreissensia polymorpha, Neritina fluviabilis)* enthält, und erwähnt, daß sowohl über als unter dem 130′ Niveau bei Hora zahlreiche Konglomeratblöcke verstreut sind, welche mediterrane Conchylien, wie *Mytilus edulis, Ostrea edulis, Callista Chione* und *Osilinus articulatus* enthalten. Auch über die in tieferem Niveau auftretenden diluvialen Meeresbildungen der Umgebung der Dardanellen gibt English weitere Nachrichten. Fossillisten von den einzelnen Punkten, die freilich nicht so zahlreiche Arten enthalten als die von Neumayr und Toula veröffentlichten, gibt im Anhang zu English's Abhandlung R. B. Newton. Von Interesse ist in diesen Listen erstlich die Anführung von *Ostrea Cyrnusii* Payraudeau aus tonigen Schichten, welche eine (englische) Meile nordöstlich von Gallipoli 20′ über dem Seespiegel liegen. Weinkauff betrachtet diese von Payraudeau von Corsica beschriebene Art lediglich als eine Varietät der *Ostrea lamellosa* Brocc., welche durch einen besonders langen Schnabel ausgezeichnet sei.[2] Newton verweist auf die vollkommene Übereinstimmung des von English gesammelten Exemplares mit der durch Reeve gegebenen Abbildung der *Ostrea Cyrnusii*. Bemerkenswert ist ferner, daß Newton die von Neumayr als *Tapes* cf. *Dianae* Requ. geschilderte und zur Abbildung gebrachte Form von *Tapes Dianae* verschieden findet und daher den neuen Namen *Tapes Calverti* für sie vorschlägt.[3] Er führt die Form sowohl von Gallipoli als von der gegenüber liegenden Seite der Dardanellen, etwa eine Meile landeinwärts von Čardak an. Obwohl auch heute noch unsere Kenntnis von den diluvialen

[1] Th. English, Eocene and Later Formations surrounding the Dardanelles. Quart. Journ. Geol. Soc. 60. Bd. 1904, p. 269.

[2] H. C. Weinkauff, Conchylien des Mittelmeeres, 1867, I, p. 175.

[3] R. B. Newton, im Anhang zu Th. English's oben zitierter Abhandlung, p. 278.

Muschelbänken an den Ufern des Marmarameeres und an den Dardanellen manches zu wünschen übrig läßt, so scheint es doch, als ob zwei altersverschiedene Ablagerungen auftreten würden, welche durch verschiedene Strandhöhen gekennzeichnet wären. Jedenfalls hat das Mittelmeer schon zu Anfang der Diluvialperiode von der Dardanellenstraße, vom Marmarameer, vom Bosporus und dem Pontus Besitz ergriffen. Die hohe Lage der altdiluvialen Muschelbänke am Marmarameer ist wohl kaum lokalen Hebungen zuzuschreiben, sondern eustatischen Veränderungen im Stande des Meeres, denn so weit sich die Verhältnisse im gesamten Mittelmeerbecken schon bei dem heutigen mangelhaften Stand unserer Kenntnisse überblicken lassen, war das Niveau des Meeres zur älteren Diluvialzeit weit höher als später.

Auch im Becken des Schwarzen Meeres stand das Meer zuerst höher und besaß zur Diluvialzeit größeren Salzgehalt als das heutige Schwarze Meer. E. Suess[1] verweist diesbezüglich auf die Beobachtungen von Abich an der Meerenge von Kertsch und auf der Halbinsel Taman, von Tschihatscheff bei Samsun an der kleinasiatischen Nordküste: »So scheint in der Tat zur Zeit, als das pontische Gebiet dem Mittelmeer zugänglich wurde, allgemein ein etwas höherer Wasserstand geherrscht zu haben. Mit seinem vollen Salzgehalte trat das Meer ein; an vielen Orten war das Ufer von Löß gebildet, wie es heute der Fall ist, und dann erst folgte Aussüßung und negative Bewegung.«

Wohl mit Recht nimmt Sokolow, wie wir seiner weiter oben mitgeteilten chronologischen Tabelle entnehmen können, an, daß das Eindringen von *Cardium edule* L. ins Kaspische Meer zu jener Zeit stattfand, als die Fluten des Mittelmeeres in den Pontus eindrangen und diesen höher steigen machten. Eine Schwellung von ungefähr 30 *m* würde aber hinreichen, um eine Verbindung mit dem Kaspisee über die Manytsch-Niederung herbeizuführen. Es ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen, daß diese Verbindung, welche vorher in ausgedehnter Weise zur sarmatischen Zeit bestanden haben muß und später durch

[1] E. Suess, Antlitz der Erde, II, p. 551.

den Rückzug des Binnensees im Becken des Pontus zur Pliocänzeit gänzlich aufgehoben war, abermals — wenn auch nur durch sehr kurze Zeit — zu Beginn der Diluvialperiode von neuem stattfand. Sokolow setzt nur diese Phase in eine viel zu späte Zeit, gegen das Ende der Diluvialepoche. Seiner chronologischen Darstellung der für die Bildung der südrussischen Limane (und sohin auch für die Eintiefung des Bosporus und der Dardanellen) entscheidenden jüngsten Phasen der Erdgeschichte (vergl. oben p. 716) möchte ich die folgende chronologische Übersicht gegenüberstellen, welche die in den vorstehenden Ausführungen begründete Auffassung darlegt.

Stufen	Südrußland und Pontus	Marmarameer und Ägäis
Sarmatische Stufe	Größte Ausdehnung des alten Binnenmeeres mit brackischem Wasser	Sarmatische Ablagerungen bei Konstantinopel, an den Dardanellen und im nördlichen Ägäischen Meer (Tenedos, Chalkidike).
Mäotische Stufe	Starker Rückzug des Meeres. Die Konzentration des salzigen Wassers ermöglicht die weitere Verbreitung gewisser Relikte der mediterranen Fauna wie *Dosinia exoleta* L.	?
Pontische Stufe	Ansteigen des Wasserspiegels, dessen Ausdehnung jedoch diejenige des Sarmatischen Meeres nicht erreicht. (Vgl. die Karte Sokolow's im Guide des Excursions du VII. Congrès géologique 1897, XXI, Pl. *A*).	Fluviatile Ablagerung am Hellespont mit der Pikermi-Fauna, wahrscheinlich gleichzeitig mit den Schotterablagerungen im Belgrader Wald bei Konstantinopel. Beginn der Entwässerung des ägäischen Festlandes gegen den Pontus.
III. Mediterranstufe Sueß (Unteres Pliocän)	Fluviatile Ablagerungen mit *Melanopsis*, *Vivipara*, *Neritina*, *Planorbis* in Südrußland. Sinken des Wasserspiegels im Pontus.	Paludinenseen auf dem ägäischen Festland, Bildung der Dreissensien- und Cardienschichten von Gallipoli. Der ägäische Fluß bildet die oberen »reifen« Täler der Dardanellen und des Bosporus.

Stufen	Südrußland und Pontus	Marmarameer und Ägäis
IV. Mediterranstufe Sueß (oberes Pliocän)	Das pontische Binnenmeer sinkt auf seinen tiefsten Stand. Einschneiden der Täler der Limane.	Einschneiden der canonartigen Tiefen des Bosporus und der Dardanellen, des Goldenen Horns und anderer Limantäler (Kütschük- und Büjuk Čekmedse). Beginn des Einbruches der Ägäis, Eindringen des Mittelmeeres vom Süden her.
Unteres Diluvium	Das pontische Becken wird vom salzigen Wasser des Mittelmeeres erfüllt. Die Ablagerungen von Kertsch, Taman sowie von Samsun weisen auf normalen Salzgehalt hin. Vorübergehende Verbindung mit dem Kaspisee über die Manytsch-Niederung. Einwanderung des *Cardium edule* L. in den Kaspisee. Die Limane werden vom Meer inundiert.	Auch der nördliche Teil der Ägäis geht zur Tiefe. Eindringen des hochstehenden Mittelmeeres in die Dardanellen, das Marmarameer und den Bosporus. Hochliegende mediterrane Ablagerungen an den Dardanellen und an der Nordküste des Marmarameeres.
Jüngeres Diluvium und Gegenwart	Allmähliche Aussüßung des Pontus durch Überwiegen des Zuflusses über die Verdampfung. Die teilweise durch Strandwälle abgedämmten Limane werden vielfach stark ausgesüßt und vermögen in brackischem Wasser Faunenreste von kaspischem Gepräge zu bewahren.	Übergang in die heutigen Verhältnisse. Ausbildung der oberen ausgesüßten und der unteren salzigen Gegenströmung im Bosporus, welche immer weniger imstande ist, das Gleichgewicht herzustellen.

Daß die vorstehende Behandlung des Bosporus- und Dardanellenproblems keine vollkommen einwandfreie Lösung desselben darstellt, ist mir vollkommen klar. Es scheint mir aber, daß die Schwierigkeiten dieses Problems vor allem in etlichen Lücken unserer Kenntnis der tatsächlichen Verhältnisse bestehen, nach deren Ausfüllung sich die von mir versuchte Erklärung, die in manchen wesentlichen Punkten von den Darstellungen Andrussow's, Sokolow's, Philippson's, Cvijić und English's abweicht, doch als richtig erweisen wird. Ich fühle mich verpflichtet, auf diese Lücken in unserer Kenntnis unter allen Umständen hinzuweisen, obwohl es auch

möglich ist, daß ihre Ausfüllung meine Auffassung des Problems nicht bestätigen und ergänzen, sondern geradezu widerlegen würde. Als für die endgültige Lösung des Problems wünschenswert möchte ich vor allem ein genaueres Studium der jungtertiären Schotterablagerungen am Hellespont und in der Umgebung des Bosporus sowie der alten Talböden und Terrassen an beiden Meerengen bezeichnen, ferner die Vornahme weiterer Untersuchungen über die Tiefenverhältnisse an der Mündung des Bosporus in das Schwarze Meer hinsichtlich der angenommenen Fortsetzung der pliocänen Flußrinne. Die genauere Untersuchung der mit den Tschauda-Schichten parallelisierten Ablagerungen von Gallipoli sowohl hinsichtlich ihrer Ausdehnung wie ihrer Conchylienfauna wäre eine weitere Aufgabe. Aber auch die diluvialen Meeresablagerungen in der Umgebung des Hellespontes und an der nördlichen Küste des Marmarameeres bedürfen noch einer sorgfältigeren Aufsammlung und Bestimmung der eingebetteten Überreste, denn die bisher vorliegenden Fossillisten lassen noch nicht erkennen, ob alle diese in verschiedenen Höhen über dem Meere beobachteten Ablagerungen einer einzigen altdiluvialen Bildung entsprechen oder, wie ich vermute, zum mindesten zwei altersverschiedenen Niveaus angehören. Außerhalb des Rahmens des Bosporus- und Dardanellenproblems wäre auch eine neuerliche Untersuchung der von English angegebenen, von Cvijić jedoch in Zweifel gezogenen Vorkommnisse von miocänen Meeresablagerungen der zweiten Mediterranstufe Suess (= Vindobonien Depéret) in der Bucht von Xeros und an der Nordküste des Marmarameeres höchst erwünscht.

Es muß der Zukunft anheimgestellt werden, ob weitere Forschungen eine Bestätigung oder eine Widerlegung der von mir vertretenen Ansicht bringen werden; zur Unterstützung derselben oder vielmehr zur Motivierung meiner Äußerungen über den Gegenstand möchte ich schließlich nur noch anführen, daß meine Bedenken gegen die von Cvijić versuchte Lösung des Problems sich vor allem gegen die von ihm angenommenen ausgedehnten Hebungen und Senkungen der thracischen Rumpffläche kehrten. Zumal die »Wölbung der Perafläche« schien mir lediglich deshalb von Cvijić angenommen worden

zu sein, um einen gegen das Ägäische Meer gerichteten, tief einschneidenden Abfluß möglich erscheinen zu lassen, während nach der Bildung der Erosionsrinnen des Bosporus und der Dardanellen wieder eine weitgehende Senkung angenommen werden mußte, um das Eindringen des Meeres in die Flußtäler zu erklären. Als einen wesentlichen Vorzug meines Erklärungsversuches möchte ich es betrachten, daß er zu keinen derartigen Annahmen zwingt, sondern lediglich vertikale Bewegungen nach abwärts im Bereich des alten ägäischen Festlandes in Rechnung zieht. Diese Senkungen sind aber schon durch Neumayr zur Genüge sichergestellt worden, es stützt sich also mein Erklärungsversuch in dieser Richtung auf keine Hypothesen, sondern auf sicher erkannte Tatsachen. Auch die von English angenommenen postsarmatischen Faltungen im Bereiche der Dardanellen und des Marmarameeres halte ich für sehr fragwürdig. Die Aufrichtung der dinarischen Bogen — und mit solchen haben wir es ja in dem Gebirgsland des alten ägäischen Festlandes zu tun — erfolgte sicher zur vorsarmatischen Zeit. Ihr ist wahrscheinlich die Absperrung des vorher durch die albanische Straße mit dem Ozean in Verbindung stehenden Teiles des Meeres der zweiten Mediterranstufe zuzuschreiben, welcher nunmehr zu dem Binnenmeere der sarmatischen Stufe wurde. Zur Pliocänzeit aber begannen die noch heute andauernden Einbrüche, welchen zufolge zur Diluvialzeit das Mittelmeer wieder von den Becken des Marmarameeres und des Schwarzen Meeres Besitz zu ergreifen vermochte.

Über die Veränderung des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubkrone der Bäume und in die Laubmassen anderer Gewächse.

Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete

(VI. Abhandlung)

von

Julius Wiesner,

w. M. k. Akad.

(Mit 11 Textfiguren.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 13. Mai 1909.**)

Einleitung.

Um eine klare Übersicht über die natürlichen Beleuchtungsverhältnisse der Gewächse zu gewinnen, ist es zweckmäßig, zwei Kategorien von Pflanzen zu unterscheiden: erstens solche, welche ihr Laub dem äußeren Lichte völlig darbieten, sich also selbst gar nicht beschatten, und zweitens solche, welche mit einem Teil ihres Laubes den anderen Teil beschatten. Als Beispiel der ersten Kategorie nenne ich die typisch ein- oder zweiblättrigen Gewächse oder die Pflanzen mit schwimmenden Blättern, deren obere mit der Luft in Berührung stehenden Seiten des gesamten äußeren Lichtes teilhaftig werden. Als Beispiel der zweiten Kategorie seien die Laub- und Nadelbäume angeführt.

Ich habe schon gelegentlich auf diese Unterschiede hingewiesen und »sich selbst beschattende Gewächse«, ferner »sich nicht selbst beschattende Gewächse« unterschieden.[1]

[1] Bemerkungen über Blattgestalt und Lichtgenuß. Diese Sitzungsberichte, Bd. 117 (1908).

Da man aber Ausdrücke wünscht, welche international zu gebrauchen sind, so proponiere ich, im Bedarfsfalle erstere als autoskiastische, letztere als anautoskiastische Gewächse zu bezeichnen.[1]

Es ist begreiflich, daß die Beleuchtungsverhältnisse der Pflanzen dieser beiden Kategorien sehr verschieden sind. Die anautoskiastischen empfangen das ganze äußere Licht des Standortes und, wenn sie frei exponiert sind, das gesamte Tageslicht im Sinne von Bunsen und Roscoe. Die autoskiastischen Gewächse genießen nur in den äußeren Partien des Laubes die gleichen Lichtmengen wie die anautoskiastischen, aber das eigene Laub hemmt den Zutritt des Lichtes zu den tiefer situierten Blättern desto mehr, je weiter dieselben von den peripheren Blättern derselben Gewächse entfernt sind und selbstverständlich auch, je reicher die betreffenden Pflanzen belaubt sind.

Alle Gewächse empfangen durch die natürliche Tagesbeleuchtung zwei Arten des Lichtes, die nicht nur in rein physikalischer, sondern auch in physiologischer Beziehung zu unterscheiden sind: das diffuse, von unendlich vielen Seiten zustrahlende Tageslicht und das durch (nahezu) parallele Strahlung ausgezeichnete direkte Sonnenlicht. Vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang herrscht während der Dämmerung nur diffuses Tageslicht, desgleichen steht bei bedeckter Sonne die Pflanze ausschließlich unter der Wirkung des diffusen Lichtes. Bei unbedeckter Sonne herrscht, soweit die Atmosphäre reicht, ein gemischtes Licht, bestehend aus dem in der Atmosphäre zerstreuten (diffusen) Licht und dem direkten Sonnenlichte. Die Pflanze kann also zeitweilig unter dem alleinigen Einflusse des diffusen Lichtes stehen, nie ist sie aber in der Natur dem alleinigen Einflusse des direkten Sonnenlichtes unterworfen.

Wie ich schon vor langer Zeit gezeigt habe, ist das diffuse Licht für das Pflanzenleben im allgemeinen von größerer Bedeutung als das direkte Sonnenlicht, welches zumeist von der

[1] Nach dem Vorschlage meines geehrten Herrn Kollegen Professors P. Kretschmer. Ableitung von dem Worte αὐτοσκιάζω = sich selbst beschatten.

Pflanze mehr abgewehrt als aufgenommen wird. Nur in den arktischen und alpinen Gebieten spielt das direkte Sonnenlicht eine größere Rolle; auch bei der Entwicklung des Laubes der sommergrünen Holzgewächse greift das direkte Sonnenlicht fördernd ein.[1] Auch die Blütenbildung vieler Pflanzen wird durch das direkte Sonnenlicht gefördert,[2] desgleichen die ganze Entwicklung fast aller annuellen Gewächse.[3] Ja selbst in jenen Fällen, in welchen das den Pflanzen auf den natürlichen Standorten zufallende Lichtareal zu klein ist, um ihnen die genügende Lichtmenge darzubieten, kann auch bei kraut- und staudenartigen Gewächsen die Laubentwicklung durch direktes Sonnenlicht eine Förderung erfahren.

Nach den bisherigen Erfahrungen wirkt das Sonnenlicht, soweit es nicht schädigend in die Vegetationsprozesse eingreift,[4] bloß fördernd, nicht aber spezifisch.

Will man den Anteil, den das diffuse Tageslicht, und den, welchen das direkte Sonnenlicht auf die Pflanze ausübt, kennen lernen, so muß die Menge des ersteren und die des letzteren photometrisch bestimmt werden, wie ich dies mehrfach getan habe. Beobachtungen über den Einfluß des diffusen und des Sonnenlichtes auf Pflanzen an gleichen, aber photometrisch nicht bestimmten Standorten führen über die alten gärtnerischen Erfahrungen nicht hinaus, indem sie bloß lehren, was man lange weiß, daß manche Pflanzen an sonnigen, andere wieder mehr an schattigen Standorten gedeihen.

Die Verminderung der Lichtstärke beim Eindringen des Lichtes in die Laubmassen der Gewächse habe ich durch zahlreiche Messungen festgestellt: beruht ja auf der Kenntnis dieser Verminderung bei allen sich selbst beschattenden Gewächsen die Feststellung des Lichtgenusses, während bei den sich nicht

---

[1] Wiesner, Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung sommergrüner Holzgewächse. Diese Sitzungsberichte, Bd. 113 (1904).

[2] Wiesner, Compt. rend., 2, Mai 1898.

[3] Siehe hierüber mein unten zitiertes Werk über Lichtgenuß, p. 67, 71 und 256.

[4] Zum Beispiel beim Hitzelaubfall; siehe Wiesner, Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXII (1904).

beschattenden Gewächsen der Lichtgenuß ausschließlich von den Beleuchtungsverhältnissen des Standortes abhängig ist.

Bei Bestimmung des Lichtgenusses der Pflanzen wurde auf diffuses und gemischtes (aus diffusem Tages- und direktem Sonnenlicht bestehendes) Licht Rücksicht genommen.

In bezug auf das diffuse Tageslicht wurde die Verminderung seiner Stärke beim Eindringen in die Laubmasse der Gewächse in zahlreichen Fällen von mir festgestellt und ferner ermittelt, unter welchen Verhältnissen und bis zu welcher Grenze seine Stärke die spektrale Zusammensetzung derselben mit Rücksicht auf meine Methode — welche mit Fehlern behaftet ist, die bis 10% reichen können — als konstant angenommen werden kann.[1]

Über die Beleuchtung der Pflanze unter Mitwirkung des direkten Sonnenlichtes habe ich, abgesehen von den schon mitgeteilten diesbezüglichen Erfahrungen, nur noch auf die Schutzeinrichtungen baumartiger Gewächse gegen übermäßige Sonnenstrahlung, insbesondere auf großen Seehöhen,[2] hingewiesen und ferner gezeigt, wie die Blätter vieler Pflanzen durch ihre Form oder durch ihre Lage oder durch beides einen spezifischen physiologischen Charakter annehmen (»panphotometrische Blätter«), welcher sie befähigt, einen Teil des ihnen schädlichen Sonnenlichtes so weit abzuwehren, als sich dies mit ihrer Tendenz, möglichst viel diffuses Licht aufzunehmen, verträgt.[3]

Wie sich das direkte Sonnenlicht beim Eintritt in die Laubkronen der Bäume und überhaupt in die Laubmassen anderer blattreicher Gewächse verhält, habe ich in meinen bisher veröffentlichten Schriften über Lichtgenuß noch nicht eingehend erörtert, sondern legte bisher nur dar, daß das in breiten Zügen in die Laubmassen eindringende

---

[1] Siehe hierüber und über die natürliche Beleuchtung der Pflanzen mein Werk: »Der Lichtgenuß der Pflanzen«, Leipzig 1907. Im nachfolgenden wird dieses Werk kurz unter dem Schlagworte »Lichtgenuß« zitiert werden.

[2] Photometr. Unters. V. Über den Lichtgenuß der Pflanze im Yellowstonegebiete. Diese Sitzungsberichte, Bd. 114 (1905).

[3] »Lichtgenuß«, p. 73; ferner Wiesner, Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biol. Zentralblatt (1899).

direkte Sonnenlicht nicht wie das unter gleichen Verhältnissen eindringende diffuse Licht eine Schwächung erfährt, sondern seine volle Intensität beibehält, wie tief es auch ungehindert in das Laub eindringen mag.[1] Ferner wurden von mir noch die durch das direkte Sonnenlicht beim Durchgang durch kleine, im Laube sich befindende Lücken entstehenden Sonnenbilder insoweit als Quelle der Beleuchtung der Pflanzen ins Auge gefaßt, als durch diese Sonnenbilder eine verstärkte Beleuchtung der vom Laube der Bäume beschatteten Bodenvegetation zustande kommt.[2]

In dieser Abhandlung handelt es sich nun darum, die Veränderungen des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubmassen möglichst genau darzulegen, und zwar auf Grund von im wesentlichen rein experimentell durchgeführten Untersuchungen. Es soll damit ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der natürlichen Beleuchtungsverhältnisse der Pflanze gegeben werden.

I. Auftreten von Sonnenbildern im Schatten der Gewächse.

Seit alter Zeit kennt man die am Boden im Schatten der von der Sonne beleuchteten Bäume auftretenden kreisförmigen oder elliptischen Flecken, die man heute mit Recht als Sonnenbilder bezeichnet. Schriftliche Nachrichten über solche Sonnenbilder lassen sich bis auf Aristoteles zurückverfolgen.[3] Er kannte ihre wahre Natur nicht, wußte aber, daß sie durch die Sonne bewirkt werden und sich wohl unterscheiden von jenen hellen Lücken im Baumschatten, welche vom Schatten der einzelnen Blätter begrenzt sind.

Man beachtete bisher nur die am beschatteten Boden auftretenden Sonnenbilder und ich habe dieselben früher auch nur insofern in Betracht gezogen, als sie für die Bodenvegetation

[1] »Lichtgenuß«, p. 211.

[2] »Lichtgenuß«, p. 36 und 167.

[3] Siehe das Kapitel »Die historische Entwicklung der Botanik« in meiner Biologie der Pflanzen, 1. Aufl. (1889), p. 262 und 263.

von Vorteil sind. Aber diese am beschatteten Boden erscheinenden Sonnenbilder sind doch nur ein Rest und in der Regel nur ein kleiner Rest der durch die im Laube sich befindenden Lücken entstehenden Sonnenbilder. Die Hauptmasse derselben projiziert sich gewöhnlich auf die Blätter der Laubkrone und kommt durch Verstärkung der Beleuchtung diesen zugute.

Im Schatten, welchen Zypressen bei Sonnenbeleuchtung auf den Boden werfen, sucht man in der Regel Sonnenbilder vergebens. Hin und wieder erscheint im Schatten einer oder der anderen Zypresse ein Sonnenbild oder es erscheinen hin und wieder einige wenige solche Bilder. Wenn man aber in die Tiefe der Krone dieses Baumes einen weißen Karton so einführt, daß die Sonnenstrahlen etwa senkrecht auf die weiße Fläche fallen, so sieht man zahlreiche solche Sonnenbilder in Form kleiner Kreise. 30 bis 40 *cm* von der Peripherie der Krone entfernt, erscheinen diese Sonnenbildchen mit einem Durchmesser von 3 bis 4 *mm*. Bei Sonnenbeleuchtung entstehen diese Bildchen in der Krone der Zypressen sehr zahlreich, fallen auf die Blattorgane und verstärken, wie schon der Augenschein lehrt, deren Beleuchtung.

Die Zypresse ist also ein Baum, der bei Sonnenbeleuchtung viele Tausende von Sonnenbildchen erzeugt, die dem Laube beim Assimilationsgeschäfte zugute kommen, während am Boden, auf welchem der Baum steht, kein in der Laubkrone entstehendes Sonnenbild sichtbar wird oder nur sehr vereinzelt in Erscheinung tritt.

Ein noch besseres Beispiel eines Baumes, der die erzeugten Sonnenbilder im Laube verschwinden läßt, ist *Gleditschia triacanthos*. Soviel ich gesehen habe, findet sich im Schatten dieses Baumes am Boden kein einziges Sonnenbild. Die im Laube dieses Baumes sich vorfindenden Lücken erzeugen aber, wie man sich leicht überzeugen kann, zahllose Sonnenbilder, die sich auf die Laubblättchen projizieren, diesen zugute kommen, aber in größerer Entfernung von der Erzeugungsstätte sehr lichtschwach werden, so daß sie am Boden nicht mehr zu erkennen sind.

Es gibt also Baumarten, welche auf dem Boden, auf welchem sie stehen, gar keine Sonnenbilder erscheinen lassen, aber doch zahllose Sonnenbilder erzeugen, welche innerhalb der Laubkrone zur Verstärkung der Beleuchtung der Blätter dienen.

Man kann es wohl als Regel aussprechen, daß Laub- und Nadelbäume, desgleichen die Straucharten Sonnenbilder erzeugen. Nur ausnahmsweise, z. B. wenn die Blätter sehr klein sind oder angedrückt an den Zweigen stehen, fehlen die Bedingungen der Bildung von Sonnenbildern.

Aber die Eigenschaft, Sonnenbilder zu erzeugen, ist nicht auf die Holzgewächse beschränkt. Insbesondere kleine und zugleich reichblättrige krautartige oder staudenartige Gewächse erzeugen reichlich Sonnenbilder. Man kann sich davon leicht, z. B. an Selaginellen, überzeugen. Läßt man Sonnenlicht auf einen nicht zu kleinen Stock von *Selaginella cuspidata* fallen und fängt man den entstehenden Schatten in einer Entfernung von 20 bis 30 *cm*, von der Peripherie des Laubes aus gemessen, auf, so werden in diesem Schatten zahllose Sonnenbildchen erkennbar, welche sich desto mehr der Kreisform nähern, je mehr die Sonnenstrahlen der senkrechten Lage sich nähern. Der Durchmesser dieser Sonnenbilder beträgt beiläufig 2 bis 3 *mm*.

Man kann also sagen, daß nicht nur Laub- und Nadelbäume, desgleichen Sträucher, sondern selbst kraut- und staudenartige Gewächse befähigt sind, durch die in ihrem Laube befindlichen Lücken Sonnenbilder zu erzeugen, die sich entweder auf die Blätter projizieren oder zum Teil auch auf dem Boden erscheinen, auf welchem diese Gewächse stehen.

In allen Fällen kommt das diese Sonnenbilder erzeugende Licht dem Laube der betreffenden Pflanzen, im letzten Falle auch der beschatteten Bodenvegetation zugute.

Aus den später folgenden Auseinandersetzungen wird klar werden, bei welchen Gewächsen Sonnenbilder entstehen können und bei welchen diese Bilder ausgeschlossen sind.

II. Zustandekommen der Sonnenbilder.

Es ist schon oben gesagt worden, daß die im Schatten der von der Sonne beleuchteten Gewächse entstehenden hellen, kreis- oder ellipsenförmig begrenzten hellen Flecke, die nunmehr als Sonnenbilder bekannt sind, schon im Altertum gesehen wurden und daß sich die schriftlichen Aufzeichnungen hierüber bis auf Aristoteles zurückverfolgen lassen.

Ihr Wesen blieb dem Stagiriten fremd, obwohl er wußte, daß sie durch die Sonne hervorgebracht werden; er war sich auch darüber völlig klar, daß sie durch die Sonne in einer ganz anderen Weise hervorgebracht werden müssen als die von den scharfen Schatten der Blätter begrenzten hellen Flecke der Baumschatten. Ihre wahre Natur erkannte er also nicht, sondern legte sich zur Erklärung der Erscheinung eine Hypothese zurecht. Er schrieb nämlich dem Sonnenlicht eine besondere Fähigkeit (Zirkularnatur) zu, durch welche die Sonnenstrahlen beim Eindringen in kleine Lücken im Laube helle Kreise oder Ellipsen hervorzubringen imstande wären.

Das faktische Zustandekommen der Sonnenbilder konnte erst aufgeklärt werden, nachdem man die sogenannte Lochkamera, die einfachste Form der *Camera obscura*, erfunden und begriffen hatte. Da die Lochkamera von jedem genügend beleuchteten Körper jenseits des Loches bei genügender Beschattung oder gar Abhaltung des seitlichen Lichtes (umgekehrte) Bilder dieses Körpers gibt, indem die von dem beleuchteten Körper ausgehenden Strahlen sich im Mittelpunkte des Loches der Kamera schneiden, so ist es ganz selbstverständlich, daß die Sonnenstrahlen, wenn sie durch kleine Löcher hindurchgehen, ein Bild der Sonne geben müssen. Es ist bekannt, daß man zur Zeit, als das Prinzip der Lochkamera klargeworden war, sich desselben in der primitivsten Weise bediente, um Sonnenfinsternisse zu beobachten.

Es ist nunmehr ganz klar, daß die Sonnenbilder, also auch die im Laube der Bäume entstehenden, bei senkrechtem Einfalle der Sonnenstrahlen kreisförmig und bei schiefem Lichteinfall elliptisch ausfallen müssen und daß der kleine Durchmesser der Ellipse genau dieselbe Größe besitzt wie

der Durchmesser des an derselben Stelle entstehenden kreisförmigen Sonnenbildes.[1]

III. Entstehung und Größe des Sonnenbildes bei punktförmiger Öffnung der Lochkamera.

Gehen die Sonnenstrahlen im Laube oder sonstwo durch ein punktförmiges Loch hindurch, so ergeben sich sehr einfache Beziehungen zwischen der Größe des Durchmessers der Sonnenbilder und der Entfernung vom Loch der Lochkamera. Der scheinbare Sonnendurchmesser erscheint uns als Sehne eines Bogens von etwa einem halben Grad und bei der Kleinheit des Winkels kann der Bogen für die Sehne gesetzt werden. Der Durchmesser des Sonnenbildes (D) ist gleich der Entfernung (E) des Bildes vom punktförmigen Loche, multipliziert mit einer Konstanten, die sehr leicht zu berechnen ist.

$$D = \frac{2.E.\pi}{675} = E \times 0{\cdot}0093087,$$

wenn man annimmt, daß die Randstrahlen der Sonne sich unter einem Winkel von 32′ schneiden.

Der Durchmesser des Sonnenbildes ist hierbei selbstverständlich etwas größer, als der Wirklichkeit entspricht, nämlich als Bogen ausgedrückt. Rechnet man die Sehne

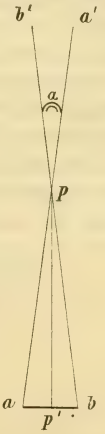


Fig. 1.
Schema für die Entstehung der Sonnenbilder bei punktförmiger Lochkamera.

$a\,a'$, $b\,b'$ Randstrahlen der Sonne, welche sich unter dem Winkel α (in Wirklichkeit $\doteq 32'$) schneiden. $a\,b$ Durchmesser des Sonnenbildes (im Texte mit D bezeichnet) in der Entfernung $p\,p'$ (im Texte mit E bezeichnet).

[1] Gewöhnlich wird Porta als Erfinder der *Camera obscura* bezeichnet. Er beschrieb 1558 die gewöhnliche Lochkamera und 1589 eine Camera obscura mit Linse. Aber schon Leonardo da Vinci (1452 bis 1519) beschreibt in seinem berühmten Manuskript *Codex atlanticus*, welches von der Accademia dei Lincei unter dem Titel »Il codice atlantico«, Mailand 1891, herausgegeben wurde, das Entstehen umgekehrter Bilder von beleuchteten Gegenständen, deren

dieses Bogens, also den Durchmesser des Sonnenbildes, so erhält man die Konstante 0·0093046.

Es ist aber noch zu erwähnen, daß die Größe des scheinbaren Sonnendurchmessers im Laufe des Jahres schwankt, nämlich im Winter sein Maximum, im Sommer sein Minimum erreicht. Das Maximum des scheinbaren Sonnendurchmessers entspricht einem Bogen von 32′ 32″ (Ende Dezember und anfangs Jänner), das Minimum einem Bogen von 31′ 28″. Die Konstante beträgt für das Maximum rund 0·00946, für das Minimum 0·00915.

Für unsere Zwecke genügt es vollständig, wenn man die Konstante 0·0093 wählt, welche einem Mittelwerte für die wahrscheinliche Beobachtungszeit auch sehr nahe kommt.[1]

Nach dieser Berechnungsweise ergeben sich folgende Werte für die Durchmesser der Sonnenbilder bei punktförmiger Öffnung der Lochkamera:

Entfernung in Zentimetern vom Loch der Kamera	Durchmesser in Millimetern
5	0·46
10	0·93
20	1·86
50	4·65
100	9·30
200	18·60
usw.	usw.

Strahlen »durch ein kleines Löchelchen hindurchgehen«. Er hat auch das menschliche Auge als Dunkelkammer aufgefaßt und hat dementsprechend die auf der Netzhaut entstehenden umgekehrten Bilder außen liegender Gegenstände richtig gedeutet. Kurzum, er kannte bereits sehr genau die Camera obscura und nannte sie »Camera optica«. Siehe auch Wilde, Geschichte der Optik, Berlin, Bd. I (1838). Vgl. auch J. M. Eder, Geschichte der Photographie, Halle (1905).

[1] In den einzelnen Ephemeriden herrscht bezüglich des scheinbaren Sonnendurchmessers keine vollkommene Übereinstimmung. Im Berliner Jahrbuch wird der (mittlere) Sonnenhalbmesser nach Auwers = 15′ 59″63, im Nautical Almanac = 16′ 1″82 gesetzt. Ich verdanke diese und die obigen Daten über den Wechsel des scheinbaren Sonnendurchmessers während des Jahres meinem verehrten Freunde, Herrn Hofrat E. Weiß, em. Direktor der k. k. Universitätssternwarte in Wien.

IV. Entstehung und Größe der Sonnenbilder bei weiter Öffnung der Lochkamera.

Dieser Fall ist für die nachfolgenden Betrachtungen von besonderer Wichtigkeit, denn, wie ich später genauer auseinanderzusetzen haben werde, sind die im Laube vorhandenen Öffnungen, durch welche die Sonnenbilder zustande kommen, in der Regel groß, nämlich nichts weniger als punktförmig.

Wenn die Sonnenbilder durch größere Löcher, welche mehrere Millimeter oder sogar Zentimeter weit sind, gebildet werden, so steht der Durchmesser des Sonnenbildes nicht in dem einfachen Verhältnis zur Entfernung vom Loch der Kamera bis zur Bildfläche wie bei punktförmiger Öffnung. Doch ist auch hier eine gesetzmäßige Relation zwischen dem Durchmesser des Sonnenbildes und der Entfernung desselben von dem Loch der Lochkamera vorhanden.

Die Beobachtungen, welche ich über das Verhältnis des Durchmessers der Sonnenbilder zur Entfernung, die zwischen dem Loch der Lochkamera und dem Sonnenbilde besteht, bei bestimmter Größe des Loches angestellt habe, lassen sich auf das nachstehende Schema zurückführen (Fig. 2).

In der nachstehenden Figur bedeutet FF' die Bildfläche, auf welcher ein Sonnenbild sich projiziert, das entsteht, wenn das Loch der Lochkamera den Durchmesser ww' besitzt. In unserem Schema sind außer dem vom Zentrum der Sonnenscheibe kommenden Strahl AB jene Strahlen gezeichnet, welche vom Sonnenrand ausgehen und das Loch ww' tangieren. Diese Strahlen schließen den Winkel α ein, welcher, wie wir gesehen haben, mit 32′ genügend genau beziffert ist, und schneiden sich in den Punkten z' und z''.

Die Randstrahlen der Sonne schneiden sich aber auch im Punkte z, genau in der Mitte von ww'. Diese Strahlen begrenzen also hier ein Sonnenbild, welches gewissermaßen durch ein punktförmiges Loch auf der Bildfläche FF' zustande kommt und welches den Durchmesser $a'b'$ aufweist. $a'b'$ ist nach dem Vorhergegangenen $= zB \times 0 \cdot 0093$.

Das Sonnenbild, welches aber beim Durchgange der Sonnenstrahlen durch die Öffnung ww' entsteht, ist größer

als $a'b'$; es hat den Durchmesser ab. Es hat dieselbe Größe, als wenn es durch eine Kamera mit punktförmigem Loch in z' entworfen worden wäre; es entsteht in einer Entfernung,

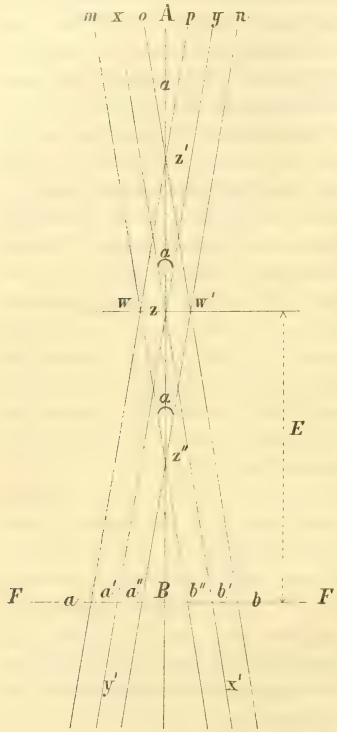


Fig. 2.

Gang der Sonnenstrahlen bei Anwendung einer Lochkamera mit der Öffnung ww'. Die Randstrahlen der Sonne xx', yy'; mb'' na''; pa, ob schneiden sich unter einem Winkel $\alpha = 32'$. Der Deutlichkeit halber wurde der Winkel α in der Figur größer angenommen. AB senkrecht auf die Bildfläche FF', durch die Mitte von $ww'(z)$ gehender Strahl.

ab, $a'b'$, $a''b''$ Sonnenbilder, welche ihren Scheitelpunkt in z', z und z'' haben. $a''b''$ heller Innenkreis, umgeben von den dunklen Säumen aa' bb' und $a'a''$ $b''b'$.

E Entfernung des Sonnenbildes $a'b'$ vom Mittelpunkte der Öffnung (z).

welche um zz' größer ist als das Sonnenbild, welches beim Durchgange durch z entstanden ist.

Während nun das durch eine Kamera mit punktförmigem Loch entstandene Bild gleichmäßig hell ist, erscheint ein von einem weiten Loch entworfenes Sonnenbild von einem dunkleren Saum umgeben. Der helle Innenkreis erscheint in derselben

Größe, als wäre er von einer Kamera mit punktförmigem Loch entworfen. Und dieses punktförmige Loch (z'') liegt von dem Punkte z genau so weit ab, als der früher genannte Punkt z' von z abliegt. Es ist $zz'' = zz'$.

Wie also zu ersehen ist, ist das Sonnenbild, welches durch die Lücke ww' entstanden ist, von einem (dunkleren) Saum umgeben, welcher so breit ist wie die Lücke ($ww' = aa'' = aa' + b'b$).

Aus der Figur ist auch weiter zu ersehen, daß der Durchmesser des durch das Loch ww' entstehenden Sonnenbildes, von der Mitte des Saumes aus gemessen ($a'b'$), genau so groß ist, als jenes Sonnenbild sein muß, welches durch ein punktförmiges Loch zustande kommt, das genau in der Mitte des weiten Loches ww' gelegen ist.

Die charakteristische Strecke $zz' = zz''$ ist abhängig von der Öffnung ww' und läßt sich aus dieser leicht berechnen. Es ist

$$zz' = zz'' = \operatorname{cotg}\frac{\alpha}{2} \cdot \frac{ww'}{2}$$

$$\operatorname{cotg} 16' = 211{\cdot}3354.$$

Es ergibt sich somit

	zz'
für $ww' = 0{\cdot}5\ mm$	$0{\cdot}0528\ m$
1	$0{\cdot}1057$
2	$0{\cdot}2113$
3	$0{\cdot}3170$
4	$0{\cdot}4326$
5	$0{\cdot}5283$
⋮	
10	$1{\cdot}1057$
20	$2{\cdot}1134$
⋮	
100	$10{\cdot}5668$
⋮	

Wenn man also den Durchmesser des Sonnenbildes von der Mitte des Schattenrandes ($a'b'$) aus mißt, so ist derselbe $= E \times 0{\cdot}0093$, so groß also, wie wenn das Sonnenbild durch eine Kamera entstanden wäre, deren punktförmige Öffnung in der Mitte des Loches ww' gelegen ist.

Der helle Innenkreis ($a''b''$) entsteht also gewissermaßen durch eine Lochkamera mit punktförmigem Loche (z''), welches in der Entfernung $E - zz''$ gelegen ist.

Der helle Innenkreis ist gleichmäßig beleuchtet,[1] der umgebende Schattenring weist keine gleichmäßige Lichtstärke auf, vielmehr nimmt die Lichtstärke desselben nach außen hin ab.

Die Lichtstärke des Innenkreises ($a''b''$) läßt sich bestimmen, desgleichen die mittlere Lichtstärke des Schattenringes; aber die Abnahme der Lichtstärke von innen nach außen kann nach der von mir angewendeten Methode der Messung der chemischen Lichtstärke nicht mehr mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden. Hierauf bezügliche Messungen folgen im Abschnitte VII.

V. Einfluß der Form und Größe des Loches der Lochkamera auf die Entstehung der Sonnenbilder.

Es ist seit langer Zeit bekannt,[2] daß die Form des Loches der Kamera auf die Gestalt des Sonnenbildes keinen Einfluß ausübt. Durch ein drei- oder viereckiges oder sternförmig gestaltetes Loch wird — von einer bestimmten Entfernung des Loches zur Projektionsfläche angefangen — ebenso ein

---

[1] Theoretisch betrachtet ist dies insofern nicht vollkommen richtig, als die Lichtstärke der Sonne nicht an allen Punkten die gleiche ist, vielmehr von der Mitte der Sonnenscheibe zum Sonnenrand abnimmt. Für unsere Zwecke kann aber die Sonnenscheibe als gleichmäßig beleuchtet angenommen werden.

[2] Franciscus Maurolycus (geb. 1494, gest. 1575) studierte als erster genau den Strahlengang des Lichtes in der Lochkamera und zeigte in seiner 1575 herausgegebenen Schrift *Photismi de lumine in umbra*, daß das Sonnenbild selbst bei eckiger Form des Loches kreisrund sein müsse. Priestley, Geschichte der Optik. Deutsche Ausgabe, 1776, p. 30. Zitiert nach Eder's Geschichte der Photographie, 3. Aufl., Halle 1905, p. 33.

kreisförmiges Sonnenbild wie durch eine kreisförmige Öffnung erzeugt.

Die Beziehung der Form der Öffnung zur Entstehung der Sonnenbilder ist für uns von besonderem Interesse, weil, wie ich später noch genauer zeigen werde, die im Laube vorhandenen Löcher, durch welche beim Durchgange der Sonnenstrahlen die Sonnenbilder entstehen, niemals völlig kreisrund sind, sondern in der Regel einen polygonalen Umriß besitzen und sehr häufig drei- oder vierseitig sind.

Da die Sonnenstrahlen nahezu parall laufen, so wird ein dreieckiges Loch bei geringer Entfernung von der Bildfläche ein nahezu dreieckiges Bild erzeugen und erst in einer bestimmten Entfernung macht sich die Divergenz der Strahlen so bemerkbar, daß an Stelle des Dreieckes ein kreisrundes Sonnenbild entsteht. Bei aufmerksamer Betrachtung erkennt man aber, daß selbst in sehr kleiner Entfernung des dreieckigen Loches von der Bildfläche die Ecken nicht scharf sind, sondern abgerundet erscheinen, indem in jeder der drei Ecken ein unvollständiges, durch Beugung modifiziertes Sonnenbild zum Vorschein kommt (Fig. 3). Entfernt man die Bildfläche, so entstehen im Anschluß an die in den drei Ecken gebildeten unvollständigen Sonnenbilder unendlich viele Sonnenbilder, welche sich zu drei hellen, den Dreieckseiten parallelen Streifen vereinigen, die einen dunkleren dreiseitigen Innenraum umschließen (Fig. 3). Bei weiterer Entfernung der Bildfläche hellt sich dieser Innenraum immer mehr und mehr auf, aber die den drei Ecken angehörigen Sonnenbilder wachsen immer mehr und mehr und beginnen miteinander zu verschmelzen, wobei sie von dunkleren Säumen umgeben erscheinen. Diese drei Sonnenbilder verschmelzen immer mehr und mehr, desgleichen die drei Säume und schließlich erscheint ein einziges, von einem

Fig. 3.

Photographisch dargestellte Beleuchtung einer von direktem, durch eine dreiseitige Lücke hindurchgegangenem Sonnenlichte bestrahlten Fläche. Nach direkter Aufnahme, also in natürlicher Größe. Entfernung der dreiseitigen Lücke vom photographischen Papier = 30 *cm*.

dunklen Saum umschlossenes Sonnenbild. Alle diese Helligkeitsänderungen, die ich anfangs auf optische Täuschungen zurückzuführen geneigt war, entsprachen faktischen Intensitätsänderungen, wie die photographische Reproduktion all der beschriebenen Bilder lehrt.[1]

VI. Über die Entfernungen, in welchen bei polygonaler Gestalt des Loches der Lochkamera die Sonnenbilder entstehen.

Die in der Laubkrone der Bäume oder im Baumschatten am Boden entstehenden Sonnenbilder kommen durch Lücken im Laubwerk zustande, welche gewöhnlich einen beiläufig polygonalen Umriß haben und sehr häufig drei- oder vierseitig sind.

Die durch solche polygonal gestaltete Löcher hindurchgehenden Sonnenstrahlen erzeugen in geringer Entfernung von der Öffnung auf irgendeiner Projektionsfläche helle Flecken, welche die Gestalt der betreffenden Polygone haben. Auf die in den Ecken solcher hellen Polygone entstehenden unvollkommenen Sonnenbilder und über die sie verbindenden hellen

---

[1] Herr Dr. W. Schmidt hat mir nach Einsichtnahme in die Fig. 3 folgende Erläuterung gegeben: »Die helleren Streifen an den Seiten des Dreieckes dürften Beugungserscheinungen sein, hervorgerufen durch eine Art etwas komplizierter Interferenz der an der Kante des Schirmausschnittes passierenden Strahlen. Ganz genau genommen, müßte da der äußerste Saum etwas bläulich gefärbt sein, doch wird sich dies kaum beobachten lassen.«

»Die Entfernung des helleren Streifens vom Rande des Schattens wäre der Größenordnung nach ganz roh vergleichbar mit $\sqrt{2a\lambda}$, wenn a die Entfernung des auffangenden Schirmes vom Diaphragma, λ die Wellenlänge des Lichtes bedeutet. Wählt man die letztere zu 0·00005 *cm*, was etwa der Grenze zwischen Grün und Blau im Spektrum entspricht, so erhält man jenen Abstand von der Größenordnung noch vergleichbar:

$$0{\cdot}01.\sqrt{a},$$

d. h. der Streifen stünde z. B. bei einer Entfernung des Schirmes von 1 *m* beiläufig 1 *mm* vom Rande der Figur ab; bei einer Entfernung von 25 *cm* die Hälfte davon etc.«

»Es würde sich so auch das Verschwimmen der Erscheinung in größeren Entfernungen erklären lassen.«

Streifen wurde schon oben das für unsere Betrachtung Wichtigste gesagt. Mit der Entfernung der Projektionsfläche von der Öffnung runden sich die Formen der hellen Sonnenflecken immer mehr und mehr aus und in einer bestimmten Entfernung werden sie — senkrechten Einfall der Strahlen vorausgesetzt — zu Kreisflächen, welche man als Sonnenbilder betrachtet.

Es schien mir des Interesses wert, experimentell zu prüfen, in welchen Entfernungen von der Öffnung die Kreisform der hellen Flecken zu entstehen beginnt, wenn die Größe der Öffnung variiert wird. Der Einfachheit halber und weil dies den in der Laubkrone zustande kommenden Lücken am meisten entspricht, habe ich bloß mit drei- und vierseitigen Öffnungen experimentiert.

a) Versuche mit gleichseitigen Dreiecken.

L = Länge der Dreieckseite, E = Entfernung, in welcher der helle Fleck die Kreisgestalt anzunehmen beginnt.

1.

L	E	Beleuchtungsverhältnisse
5 *mm*	53·7 *cm*	Sonnenhöhe 29°
10	111·1	Himmelsbedeckung B_0
15	167·8	Sonne S_{3-4}
20	214·7	Chemische Intensität des
30	322·3	Lichtes nahezu konstant,
50	537·1	nämlich 0·459 bis 0·508
100	1200·0 (?)[1]	

Man sieht wohl auf den ersten Blick, daß die Entfernungen, in welchen die Kreisform des hellen Fleckes (Sonnenbild) zu erscheinen beginnt, der Länge der Dreieckseite wenigstens angenähert proportioniert erscheinen.

[1] Das Sonnenbild näherte sich in seiner Helligkeit schon sehr der Helligkeit der Umgebung, so daß die Bestimmung sehr ungenau ausfiel.

Berechnet man die Entfernung für eine Dreieckseite von 5 *mm* aus den angestellten Beobachtungen, so wird man sehen, inwieweit die gemessene Entfernung von der berechneten abweicht.

5 *mm*	53·7 =	1× 53·7
10	55·5 =	$^1/_2$×111·1
15	55·9 =	$^1/_3$×167·8
20	53·3 =	$^1/_4$×214·7
30	53·7 =	$^1/_8$×322·3
50	53·7 =	$^1/_{10}$×537·1
100	60·0 =	$^1/_{20}$×600·0

Sieht man von dem zuletzt erhaltenen Wert ab, welchem eine sehr ungenaue Messung zugrunde liegt, so findet man eine auffallende Übereinstimmung: es sind die Entfernungen, in welchen die Sonnenbilder zu erscheinen beginnen, wirklich den Breiten der Öffnungen proportional. Die faktischen Abweichungen sind einfach Beobachtungsfehler und es ist eigentlich überraschend, wie klein diese Beobachtungsfehler in diesem Fall ausgefallen sind.[1]

---

[1] Herr Dr. W. Schmidt hat aus den ihm von mir mitgeteilten beobachteten Werten die prozentuellen Fehler berechnet, indem er aus den sechs genau ermittelten Werten (unter Ausschluß des zuletzt angegebenen als unsicher bezeichneten) das Mittel $\frac{3238}{6} = 54{\cdot}3$ zog, wobei sich folgende Zahlen ergaben:

Dreieckseite	Fehler in Prozenten
5 *mm*	— 1·1
10	+ 2·3
15	+ 3·1
20	— 1·2
30	— 1·1
50	— 1·1

Die Fehlergrenzen liegen also zwischen + 3·1 und —1·1%. Die Abweichungen bieten das Bild zufälliger Fehler dar; man ist also ohne weiteres berechtigt, das oben ausgesprochene Proportionalitätsgesetz — innerhalb sehr weiter Grenzen — als erfüllt anzusehen.

2.

L	E	Beleuchtungsverhältnisse
5 *mm*	96 *cm*	Sonnenhöhe 38°
10	180	Himmelsbedeckung B_0
15	230	Sonne S_{3-4}, dann S_{2-3}
20	260	I = chemische Intensität des
25	294	Lichtes: anfangs 0·666,
30	355	dann sinkend bis 0·444
40	475	
50	583	
100	nicht bestimmbar	

Berechnet man wie im früheren Falle die Entfernung für 5 *mm*, so erhält man:

5 *mm*	96·6 *cm*	$= 1 \times 96{\cdot}0$
10	90·0	$= {}^1/_2 \times 180$
15	76·6	$= {}^1/_3 \times 230$
20	65·0	$= {}^1/_4 \times 260$
25	58·8	$= {}^1/_5 \times 294$
30	59·1	$= {}^1/_6 \times 355$
40	59·3	$= {}^1/_8 \times 475$
50	58·3	$= {}^1/_{10} \times 583$

Hier erkennt man schon starke Abweichungen von der oben angegebenen Regel. In den Versuchsbedingungen ergab sich aber ein großer Unterschied gegenüber dem früheren Falle: die Lichtintensität war im früheren Fall eine sehr konstante, hingegen im zweiten Fall eine sehr wechselnde. Es nahm nämlich die Lichtstärke im Laufe des Versuches auffallend ab. Dies führt auf den Gedanken, daß mit zunehmender Lichtstärke die Entfernung, in welcher der helle Fleck als Kreis zu erscheinen beginnt, selbst bei gleicher Öffnungsweite zunimmt. Dies geht übrigens schon aus dem Vergleiche der Lichtstärken hervor, welche in beiden Fällen herrschten. Im ersten Falle war die Lichtintensität fast völlig konstant geblieben, im zweiten Falle sank die Lichtstärke beiläufig so

weit, daß eine starke Annäherung der Beleuchtung an jene der vorangegangenen Beobachtungsreihe und dementsprechend eine Annäherung an jene Distanzen (E) sich einstellte, welche dort während der ganzen Beobachtungszeit herrschten.

Ich habe noch zahlreiche andere Beobachtungsreihen mit dreiseitigen und auch mit quadratischen Öffnungen durchgeführt, welche ich hier nicht weiter anführen will, da ich zur vollen Einsicht über den Zusammenhang zwischen dem Beginn des Entstehens der Sonnenbilder zu L, E und I nicht gelangen konnte.

Trotzdem kann ich aus meinen Beobachtungen folgende Sätze ableiten:

1. Bei konstanter Beleuchtung durch die Sonne steigt die Entfernung, in welcher bei drei- oder vierseitigen (quadratischen) Öffnungen die Sonnenbilder zu entstehen beginnen, proportional der Weite der Öffnung.

2. Die Entfernung, in welcher bei drei- oder vierseitiger (quadratischer) Öffnung die Sonnenbilder zu entstehen beginnen, wächst nach den angestellten Versuchen mit der Zunahme der Lichtstärke.

Es ist wahrscheinlich, daß der erste Satz nicht nur für Öffnungen gilt, welche Dreiecke oder Quadrate sind, sondern für jede andere Form der Öffnung.

VII. Lichtintensitätsverhältnisse der Sonnenbilder.

Ist das Loch, welches im Laube sich vorfindet und nach abwärts Sonnenbilder entwirft, punktförmig, so sind die Intensitätsverhältnisse sehr einfach: über dem Loch herrscht die Intensität des äußeren direkten Lichtes und vom Loch an nimmt sie nach abwärts in umgekehrt quadratischem Verhältnis ab. Komplizierter sind die Verhältnisse der Intensität, wenn das Loch meßbare Dimensionen hat, einige Millimeter oder gar Zentimeter besitzt.

Wenn man den bei Entstehung der Sonnenbilder maßgebenden Strahlengang betrachtet (Fig. 2), so ist man bei

flüchtiger Beurteilung vielleicht geneigt, anzunehmen, daß vom Loch angefangen bis zum Schnittpunkte der Randstrahlen der Sonne (z'') eine Zunahme der Lichtstärke stattfinden und von da ab erst eine Verminderung der Lichtstärke sich einstellen müßte. Allein bei genauer Überlegung zeigt sich, daß z'' kein Brennpunkt ist, vielmehr in den Lichtraum $wz''w'$ von allen Punkten der Sonne Licht einstrahlt. Der bezeichnete Lichtraum darf also in allen Schichten bis z'' als gleich beleuchtet vorausgesetzt werden. Die in der Figur gezeichneten Randstrahlen geben ja doch nichts anderes als die Schattengrenzen des genannten Lichtraumes an. Einigermaßen störend tritt dem Beurteiler die rätselhafte, oben schon berührte relative Dunkelheit des dreiseitigen Innenraumes entgegen (Fig. 3). Es kommt also darauf an, von ww' an bis z'' die Lichtintensität messend zu verfolgen. Ich führte den Versuch nach meiner gewöhnlich in Anwendung gebrachten Methode durch, indem ich die chemische Lichtintensität in bestimmten Distanzen von ww' an bis z'' ermittelte.

Es wurden zahlreiche Beobachtungsreihen bei vollem Sonnenschein durchgeführt, wobei dem Loche der Lochkamera die verschiedensten Formen (Kreis, Dreieck, Viereck etc.) und die verschiedensten Dimensionen gegeben wurden und wobei sich tatsächlich herausstellte, daß bei senkrechter Lage der Projektionsfläche in allen Distanzen von ww' bis z'' die Lichtstärke die gleiche blieb, von hier abwärts aber die Lichtstärke in mehr oder minder starker Annäherung in umgekehrt quadratischem Verhältnis der Entfernung vom Diaphragma abnahm.[1] Trotz der Fehlerquellen und trotz des Umstandes, daß von den beobachteten Intensitäten am jeweiligen Sonnenbild die lokal herrschende Stärke des diffusen Lichtes in Abzug zu bringen war, was ja wieder zu einer Fehlerquelle werden kann, stimmen die Zahlen ganz gut.

Bleibt man bei Ermittlung der Lichtstärke möglichst in der Achse, so stimmen die Werte besser, als wenn man dem

[1] Für Sonnenbilder, welche in Baumkronen entstehen, habe ich dieses Verhältnis früher schon experimentell festgestellt. »Lichtgenuß«, p. 167.

Schattenrande sich nähert. Die Lichtstärke des Schattenrandes scheint nach meinen Beobachtungen einem komplizierten Gesetze zu folgen. Für unsere Zwecke genügt die Feststellung, daß dort, wo das Sonnenbild zu entstehen beginnt, seine Lichtstärke zum mindesten angenähert dem oben angeführten Gesetz entspricht. Es ist wohl einleuchtend, daß das angeführte Gesetz (Abnahme der Lichtstärke der Sonnenbilder in umgekehrt quadratischem Verhältnis zur Entfernung vom Loche der Kamera an gerechnet) desto vollständiger erfüllt ist, je kleiner das Loch der Lochkamera ist. Vollständig erfüllt wäre das Gesetz bei der Annahme eines punktförmigen Loches, in welchem Fall allein das Sonnenbild als gleichmäßig beleuchtet anzusehen ist.

Meine diesbezüglichen Messungen gaben durchwegs gleichsinnige Resultate. Ich hebe aus meinen Beobachtungsreihen die nachfolgende als Beispiel heraus.

9. Oktober 1908, 12^h m. S_{3-4}, B_0.[1]

Loch: ein gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge = 15 *mm*. Öffnungsweite des Loches = Durchmesser des eingeschriebenen Kreises = 8·66 *mm*.

Entfernung vom Loche	Relative Zeitwerte für die Bestimmung der chemischen Lichtintensität[2]	Intensität in Bunsen-Roscoe'schem Maße
0 *cm*	1116	0·500
10	1136	0·508
20	1135	0·508
30	1125	0·504
40	1139	0·510
50	1150	0·515
80	1116	0·500
100	946	0·490
120	915	0·410
140	803	0·336
160	611	0·274
180	442	0·241
200	406	0·182
220	334	0·150

[1] Über die Bedeutung der Symbole S_{3-4}, B_0 siehe weiter unten p. 798.

[2] Die Belichtung des Normalpapiers erfolgte in allen Distanzen durch eine bestimmte Zeit (10″) und nach der indirekten Methode wurde bestimmt, welche

Diese Beobachtungsreihe zeigt deutlich, daß in dem Lichtkegel $wz''w$ (Fig. 2) bis zum Scheitel desselben (z'') die Lichtstärke angenähert die gleiche blieb, daß aber in dem nach abwärts gehenden Lichtkegel, dessen senkrecht zur Achse stehende Schnittflächen die Sonnenbilder darstellen, die Lichtstärke angenähert in umgekehrt quadratischem Verhältnis der Entfernung abnimmt. Der Punkt z'' muß in dieser Versuchsreihe zwischen 80 und 100 *cm* Entfernung von der Öffnung ww' entfernt gelegen gewesen sein, denn zwischen diesen beiden Distanzen beginnt die Lichtstärke plötzlich zu sinken.

Zahlreiche andere Beobachtungen haben gelehrt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Lichtstärke des Sonnenbildes desto höher liegt, je größer die Öffnung ist, durch welche die das Sonnenbild erzeugenden Strahlen durchgehen.

Nach Versuchen, welche ich mit dreiseitigen (gleichseitigen) Öffnungen anstellte, erhält man, wie wir gesehen haben (p. 774 ff.), noch Sonnenbilder, wenn die Dreieckseite 40 *mm* mißt, unter sehr günstigen Verhältnissen sogar noch bei Dreiecken mit 100 *mm* Seitenlänge. Darüber hinaus ist die Lichtstärke des durchgehenden direkten Sonnenlichtes von der bei freier Exposition sich ergebenden nicht mehr zu unterscheiden.

Bei punktförmiger Öffnung der Lochkamera besitzt mit einer schon angegebenen Einschränkung das Sonnenbild an allen seinen Punkten die gleiche Lichtstärke. Aber wie oben schon des näheren auseinandergesetzt wurde, hat man bei durch größere Öffnungen der Lochkamera entstandenen Sonnenbildern einen hellen Kern vor sich, der von einem dunklen Saum umschlossen ist. Die Intensität des Innenkreises läßt sich mit ausreichender Genauigkeit ermitteln, aber bezüglich der Lichtstärke des Saumes läßt sich nur ein mittlerer Wert angeben,

---

Zeit verfloß, bis bei einer bestimmten niederen Intensität der im obigen Versuch erzielte Farbenton erreicht wurde. Die so erhaltenen Zeiten sind den Intensitäten, welche in den einzelnen Distanzen (0, 10, 20 *cm*) herrschten, direkt proportioniert. Es wurde in möglichster Nähe des Sonnenbildes die Stärke des diffusen Lichtes ermittelt und der erhaltene Wert von der jeweiligen Intensität des Sonnenbildes abgezogen. Die so korrigierte Intensität ist in der obigen Tabelle berücksichtigt.

da, wie wir gesehen haben, die Lichtstärke nach außen hin abnimmt. Ich habe diesbezüglich mannigfache messende Versuche angestellt, von welchen ich einige mir lehrreich erscheinende anführen will.

Zunächst hebe ich aus meinen Beobachtungen einen Fall hervor, in welchem ich die in einem kreisförmig gewordenen Bilde im Kern und im Saume herrschend gewesenen Lichtstärken ermittelte.

Bei klarem, wolkenlosem Himmel wurde an einem offenen Südfenster zu Mittag durch ein gleichseitiges Dreieck ein Sonnenbild erzeugt, welches in einer Entfernung von 1·8 *m* auf Bunsen-Eder-Papier[1] ein Sonnenbild von 15 *mm* Durchmesser erzeugte. An dem kreisförmigen Bilde konnte man deutlich einen hellen Kern und einen dunklen Saum unterscheiden.

Es wurde der Versuch gemacht, die mittlere Lichtstärke zu bestimmen, welche den Saum, und jene Lichtstärke, welche den Kern hervorrief. Es geschah dies nach meiner Methode der indirekten Bestimmung der chemischen Lichtintensität.

Es wurde zunächst das Verhältnis der diffusen zur direkten Strahlung bestimmt. Sodann wurde auf dem lichtempfindlichen Papier die gleichzeitig erscheinende Schwärzung in diffusem Licht und die im gemischten Sonnenlicht ermittelt.

Die indirekte Bestimmung ergab für das diffuse Licht den Zeitwert von 42″, für das gemischte Licht den Zeitwert 1265″. Dem Sonnenlicht entsprach somit ein Zeitwert 1265 — 42″ = = 1223″.

Nun wurden die Zeitwerte für den Kern der Kreisfläche und für den Saum ermittelt; ersterer betrug 760″, letzterer 490″.

---

[1] Mit dem Namen »Bunsen-Eder'sches Papier« bezeichne ich jene Form des Normalpapiers, welche nach dem von Eder angegebenen Verfahren haltbar gemacht wurde. Das Bunsen'sche Normalpapier hält sich durch 16 Stunden, während das nach dem Eder'schen Verfahren haltbar gemachte Normalpapier — zweckmäßige Aufbewahrung vorausgesetzt — sich durch Monate hält. Seine Empfindlichkeit ändert sich allerdings mit der Zeit; es muß deshalb von Zeit zu Zeit die Relation zum Originalnormalpapier ermittelt werden. Siehe »Lichtgenuß«, p. 29.

Es verhielt sich somit die Intensität (der Sonnenstrahlung), welche im Kern herrschte, zu der (mittleren) Intensität, welche den Saum hervorrief, wie 760 : 490 = 1·551 : 1.

Berechnet man die (relative) chemische Intensität des herrschenden Sonnenlichtes zu jener, welche im Kern und im Saum des Sonnenbildes wirksam war, so erhält man folgende Verhältniszahlen: 1223 : 760 : 490 = 2·495 : 1·551 : 1.

Da zur Beobachtungszeit die chemische Intensität des Sonnenlichtes 0·600 betrug, so ergibt sich, daß diese sich zur Intensität des Sonnenbildes im Kern und im Saum verhielt wie 0·600 : 0·372 : 0·241.

Durch ein anderes Beispiel will ich zeigen, daß die Intensität des Lichtes der Sonnenbilder mit der Weite der Öffnung der Lochkamera zunimmt.

Bei völlig klarem Himmel und gänzlich unbedeckter Sonne ($B_0 S_4$) wurden an einem Südfenster zu Mittag gleichzeitig zwei Sonnenbilder erzeugt und in einer Entfernung von 1·88 *m* auf Bunsen-Eder-Papier projiziert. Das eine (*a*) kam durch eine Öffnung zustande, welche ein gleichseitiges Dreieck mit 3 *mm* Seite darstellte, das zweite (*b*) durch eine dreiseitige Öffnung mit 10 *mm* Seitenlänge.

Ohne weitere Prüfung erkannte man, daß das durch das kleinere Dreieck entstandene Sonnenbild *a* durch eine geringere Lichtstärke zustande gekommen sein mußte als das durch das größere Dreieck entworfene Bild *b*.

Um bei gleicher Lichtstärke auf dem lichtempfindlichen Papier den Ton des Bildes zu erreichen, waren 330″ erforderlich, hingegen waren 610″ notwendig, damit der Ton des Bildes *b* darauf erschien. Ich bemerke, daß die angegebenen Zeitwerte schon durch Beachtung der Einwirkung des diffusen Lichtes korrigiert sind.

Im Bild *a* ließ sich kein Intensitätsunterschied zwischen Saum und Kern des Bildes nachweisen; hingegen war in *b* der Unterschied zwischen Saum und Kern nach meiner Methode bestimmbar. Der oben angeführte Wert (610″) bezog sich auf den Kern, hingegen betrug die (mittlere) Lichtstärke des Saumes 420″. Die Intensitäten von Kern zu Saum verhielten sich also wie 610 : 420 = 1·452 : 1.

Die Intensitäten von $a : b$ (Kern) standen also im Verhältnis wie $330 : 610 = 1 : 1 \cdot 848$.

In welchem Verhältnis bei gleicher äußerer Sonnenbeleuchtung und ungleicher Öffnungsweite die Lichtstärken der resultierenden Bilder stehen, habe ich nicht näher untersucht und aus meinen Beobachtungen nur den obigen gesperrt gedruckten Satz abgeleitet. Ein oberer Grenzwert ist offenbar gegeben, wenn infolge der Weite der Öffnung gar kein Sonnenbild mehr erscheint. Dann ist die durch die Lücke hervorgebrachte Lichtstärke der des wirkenden Sonnenlichtes gleich.

VIII. Entstehung der Sonnenbilder im Laube der Gewächse.

Die Sonnenbilder entstehen durch im Laube befindliche Lücken. Diese Lücken werden auf die mannigfaltigste Weise durch Abschnitte des Laubes, auch der Blattstiele, zum Teil sogar der Stengel gebildet. Sie liegen entweder (nahezu) in einer Ebene, wie z. B. in gefiederten Blättern (*Robinia*, *Fraxinus*, *Sorbus aucuparia* etc.) und setzen sich aus Blattabschnitten der Fiederblättchen zusammen oder sie entstehen aus hintereinander befindlichen Blattabschnitten. Wenn diese nicht weit voneinander abstehen, so wirkt die so entstandene Lücke so wie eine in einer Ebene gelegene Öffnung.

Die Lücke ist gewöhnlich ein freier Raum, welcher von Blattabschnitten und, wie schon gesagt, wohl auch von Stengelteilen gebildet wird. Sie kann aber auch ein Raum sein, welcher gewissermaßen von einem dicken Balken durchzogen wird, aber nichtsdestoweniger von einer bestimmten Entfernung an ein reines Sonnenbild liefert. An dem gefiederten Blatte von *Sorbus aucuparia* begrenzen die gegenüberstehenden Blättchen Lücken, welche die Gestalt von Rhomben (oder Trapezoiden) haben (Fig. 4). Jeder solche Rhombus ist von einem Stück des gemeinschaftlichen Blattstieles durchzogen. In einer bestimmten Entfernung entwirft das Sonnenlicht eine Reihe von Sonnenbildern, welche der Richtung des gemeinschaftlichen Blattstieles folgt. Obgleich durch jeden Rhombus ein breiter Längsbalken hindurchzieht, besitzt jedes Sonnenbild doch einen hellen Kern. Ähnlich so

ist es bei den gleichfalls einfach gefiederten Blättern von *Ailanthus glandulosa*, wo die unteren Abschnitte der gegenüberstehenden Fiederblättchen sich zu einem beiläufig sechsseitigen Polygon zusammensetzen, das von einem Stück

Fig. 4.

Photographisches Negativbild eines Blattes von *Sorbus aucuparia*. Entfernung des Objektes von dem photographischen Papier (Entwicklungspapier) = 0.

des gemeinschaftlichen Blattstieles der Länge nach durchsetzt ist. In einer bestimmten Entfernung vom Blatt erscheint nun eine Reihe von Sonnenbildern, welche der Zahl der genannten Lücken entspricht und der Richtung des gemeinschaftlichen Blattstieles folgt. Daß der durchgehende Balken die Entstehung

der Sonnenbilder nicht hindert, wird durch weiter unten folgende Beobachtungen klar werden, denen zufolge die Schatten schmaler Objekte im Sonnenlicht in bestimmter Entfernung verschwinden.

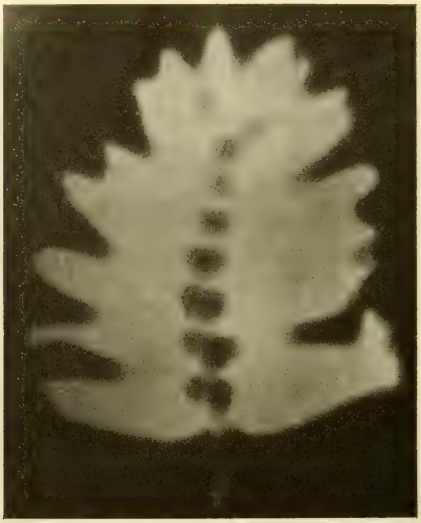


Fig. 5.

Photographisches Negativbild des Schattens eines Blattes von *Sorbus aucuparia*. Entfernung des Blattes vom photographischen Papier, auf welches der Schatten auffiel = 50 *cm*. Jede der dreieckigen Lücken erzeugt ein Sonnenbild. Je zwei nebeneinanderliegende Sonnenbilder decken sich teilweise und rufen die starke Belichtung der Verbindungsstelle beider Sonnenbilder hervor.

Die Menge der im Laub entstehenden Lücken ist je nach der Belaubung der einzelnen Gewächse höchst verschieden. Blickt man bei Sonnenschein in der Richtung nach oben in das Laub einer voll entwickelten Buche, so erblickt man nur wenige Lücken. Hingegen ist die Zahl der Lücken bei *Robinia pseudacacia* eine außerordentlich große. Bei Weiden (z. B. *Salix incana*) ist man überrascht über die enorm große

Zahl von Lücken. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Zahl der Lücken mit Abnahme der Blattgröße zunimmt. Doch spielt begreiflicherweise diesbezüglich auch die Zahl und Anordnung der Blätter eine gewisse Rolle.

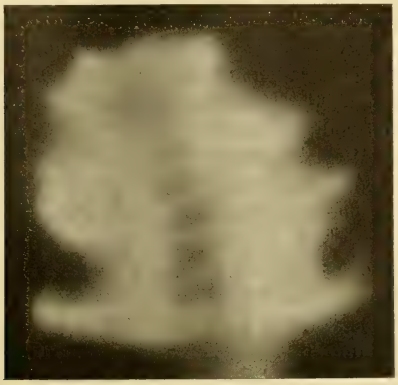


Fig. 6.

Photographisches Negativbild des Schattens eines Blattes von *Sorbus aucuparia*. Entfernung des Blattes vom photographischen Papier, auf welches der Schatten auffiel = 150 *cm*. Es erscheint eine Reihe von Sonnenbildern, welche der Richtung des gemeinschaftlichen Blattstieles folgen, da jedes Sonnenbild durch eine rhombische Lücke hervorgerufen wird, welche durch je zwei dreieckige Lücken gebildet werden (siehe Fig. 4). Durch die rhombische Lücke geht wie ein Balken ein Stück des gemeinschaftlichen Blattstieles hindurch, welches aber, wie man sieht, die Entstehung eines Sonnenbildes nicht verhindert.

Die Form der Lücken ist weniger wechselnd, als man von vornherein annehmen sollte. Betrachtet man das Laub von unten mit einem Fernglas (z. B. einem Operngucker), so lassen sich die Formen der Lücken gut beurteilen. Man findet dieselben seltener punktförmig als polygonal. Sehr häufig sind sie dreiseitig, aber auch vier- und fünf- und, wie ich oben zeigte, sechsseitig, häufig mit abgerundeten Seiten. Drei- und vierseitige Lücken scheinen die Regel zu bilden. Seltener sind runde Lücken, z. B. hin und wieder bei *Broussonetia papyrifera*.

Die Größe der Lücke ist maßgebend für die Entfernung, in welcher die Sonnenbilder sich zu bilden beginnen (siehe oben p. 775 bis 777).

Bei *Selaginella* sp., *Pinus Laricio*, *Buxus sempervirens*, *Picea excelsa* begannen die Sonnenbilder in Entfernungen von 20 bis 28 *cm* zu erscheinen. Bei *Syringa vulgaris*, *Köhlreuteria paniculata* und *Sambucus nigra* erscheint hingegen die Mehrzahl der Sonnenbilder erst bei 120 bis 250 *cm*. Doch treten einzelne Sonnenbilder bei diesen drei Holzgewächsen auch in kleineren Entfernungen auf.

Genaue Werte bekommt man wohl nicht, im großen ganzen ergeben sich aber doch, wie aus den angeführten Zahlen zu ersehen ist, für die einzelnen Gewächse typische Werte.

Wie wir oben gesehen haben, ist selbst bei der gleichen Sonnenbeleuchtung die Intensität der das Bild hervorrufenden Strahlung selbst bei ein und derselben Größe der Bilder eine verschiedene und hängt, wie wir gesehen haben, von der Größe der Lücke in dem Sinn ab, daß mit der Größenzunahme der Lücken und bei gleichem Durchmesser der Sonnenbilder die Lichtstärke, welche die Sonnenbilder darbieten, wächst.

Hingegen ist die Größe der Sonnenbilder von der Entfernung abhängig, in welcher, von der Lücke aus gerechnet, diese Bilder entstehen.

Ob ein im Schatten eines Baumes liegender rundlicher Lichtfleck ein Sonnenbild ist oder nur zu sein scheint, wird man gewöhnlich leicht beurteilen können, wenn man das fragliche Bild auf eine weiße Fläche derart projiziert, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auffallen. Wenn der fragliche rundliche Fleck ein Sonnenbild ist, so muß derselbe vollkommen kreisförmig erscheinen.

Täuschungen kommen dennoch vielfach vor; sie werden dadurch herbeigeführt, daß durch mehrere nicht weit voneinander liegende Lücken ein heller, rundlicher Fleck zustande kommt.

Solche rundliche Flecken erscheinen oft bei Sonnenbeleuchtung im Schatten von Fichtenwäldern. Aus der oft enormen Größe solcher Sonnenbilder läßt sich leicht ableiten,

daß hier keine eigentlichen Sonnenbilder vorliegen. Unter mittleren Verhältnissen erreicht die Fichte Höhen von 20 bis 26 *m*, im 100jährigen Umtriebe bis 32 *m*, im höchsten Alter 35 bis 40 *m*, im Urwaldrest bis 50 *m*.[1] Nimmt man eine Höhe von 30 *m* an und nimmt man ferner an, daß die am Boden erscheinenden Sonnenbilder nahezu im Gipfel entstehen, so können dieselben unter den gegebenen Bedingungen und nach den oben gegebenen Berechnungen höchstens einen Durchmesser von etwa 30 *cm* haben. Aber man kann in Fichtenwäldern runde, helle Flecken am Waldboden beobachten, die einen doppelt so großen Durchmesser aufweisen und mehr, und erkennt, daß dieselben keine Sonnenbilder darstellen, sondern durch große Lücken der Krone direkt zustande gekommen sind. Übrigens würden in so großer Distanz entstandene Sonnenbilder schon so lichtschwach sein, daß sie von dem Schattenlichte des Waldbodens reichlich überstrahlt werden würden. Denn bei einer Lichtstärke = 1 (im Mai zu Mittag bei klarem Himmel) beträgt die Lichtstärke im Sonnenbild in einer Entfernung von 30 *m* beiläufig nur Tausendstel der Einheit, während das Schattenlicht des Bodens im hochstämmigen Fichtenwald im Mittel etwa $^1/_{60}$ beträgt.[2] Es ist also ersichtlich, daß in einer Entfernung von 30 *m* selbst ein bei sehr intensiver Strahlung entstandenes Sonnenbild in dem relativ sehr hellen Schatten des Fichtenwaldes bis zur völligen Unkenntlichkeit verschwinden müßte.

Nach den früheren Auseinandersetzungen wird man auch verstehen, daß, wenn im Fichtenwalde zufällig[3] ein Sonnenbild dadurch zustande gekommen sein sollte, daß in großer Höhe einige schon entblätterte Zweige eine größere Lücke bildeten, ein solches Sonnenbild in einer Entfernung von 20 oder gar 30 *m* schon so lichtschwach geworden sein müßte,

---

[1] Wilhelm und Hempel, Die Bäume und Sträucher des Waldes, Bd. I, p. 68, Wien (1889).

[2] Näheres über das Schattenlicht des Fichtenwaldes siehe »Lichtgenuß«, p. 164.

[3] In der Regel werden die Sonnenbilder bei der Fichte doch nur durch Lücken zustande kommen, welche zwischen den Nadeln sich bilden, oder durch übereinanderstehende Nadeln, deren Richtungen sich schneiden.

daß es im Lichte des Baumschattens gewiß nicht mehr gesehen werden könnte.

IX. Schatten der Blätter bei Bestrahlung durch Sonnenlicht.

Wären die Sonnenstrahlen untereinander vollkommen parallel, so müßten die Schatten der einzelnen Blätter stets dieselbe Form und Größe besitzen. Diese Voraussetzung trifft aber nicht zu und deshalb sind die im Sonnenlicht entstehenden Schatten eines Blattes weder gleich groß noch besitzen sie dieselbe Form.

Da aber die Sonnenstrahlen als nahezu parallel angesehen werden können, so werden, in geringer Entfernung vom Blatte, die Schatten gleich groß und gleich geformt erscheinen, so wie wir ein dreiseitiges, von der Sonne durchleuchtetes Dreieck in kleiner Entfernung als Dreieck erblicken, während sich das Lichtbild desto mehr in seiner Gestalt ändert, je mehr wir uns mit der Projektionsfläche vom Objekt entfernen.

Ich will auf die im Sonnenlicht erfolgenden Schattenbilder nur insoweit eingehen, als es für das hier behandelte Thema erforderlich ist. Ich habe da auf zweierlei aufmerksam zu machen, was auf die Änderung der Schattenform einwirkt: erstens auf den Umstand, daß in jedem Einschnitt eines Blattes ein (unvollkommenes) Sonnenbild entsteht, wie z. B. in jedem dreiseitigen, von der Sonne durchstrahlten Loche (siehe oben Fig. 3); zweitens, daß mit Entfernung des von der Sonne bestrahlten Blattes oder Blatteiles dasselbe oder dieser Teil desto rascher verschwindet, je mehr man sich mit der Projektionsfläche von dem Blatt entfernt. Wenn ich beispielsweise den Schatten eines gefiederten, mit gestielten Fiederblättchen versehenen Blattes bei Sonnenbeleuchtung in kurzer Distanz betrachte, so sehe ich alle Fiederblätter und den Stiel sowie den gemeinschaftlichen Blattstiel sehr scharf. Entferne ich aber das Blatt von der Projektionsfläche, so verschwinden zuerst die Schatten der Stielchen, sodann der Schatten des gemeinschaftlichen Blattstieles und man sieht nur den Schatten der Fiederblättchen getrennt voneinander in zwei Reihen liegen.

Endlich verschwinden in noch weiterer Entfernung auch diese letzten Schattenreste.

Photographisches Negativ des Schattens eines Ahornblattes. Durch Projektion des Schattens auf photographischem Papier (Entwicklungspapier) erhalten. Die Entfernung des Objektes vom photographischen Papier betrug 5 *mm*.

Fig. 7. (*A*)

Diese beiden Erscheinungen sind an den beistehenden Figuren sehr deutlich ausgeprägt. In diesen Figuren sind zwei

Photographisches Negativ des Schattens desselben Ahornblattes (Fig. 7*A*), in einer Entfernung von 1 *m* aufgenommen. Der Blattstiel ist nicht mehr zu sehen. An Stelle der vier großen Einschnitte erscheinen (unvollständige) Sonnenbilder. Der Blattstiel ist im Schattenbilde nicht mehr wahrzunehmen.

Fig. 8. (*B*)

Schattenbilder eines Ahornblattes zu sehen, von denen das eine (*A*) in der Distanz von wenigen Millimetern, das zweite (*B*)

in einer Entfernung von etwa 1 *m* vom Objekt photographisch aufgenommen wurde. *A* hat noch fast ganz genau die Gestalt des Ahornblattes. In *B* hingegen sieht man die (unvollkommenen) Sonnenbilder in jedem Einschnitte (Winkel) des Blattes. Der Blattstiel ist nicht mehr zu sehen.

Durch diese Verhältnisse erklären sich mancherlei bei der im Sonnenlicht erfolgenden Beleuchtung der Pflanzen auftretende Erscheinungen, vor allem die Änderung der Schattenformen der Blätter, welche um so mehr hervortreten, je weiter die Projektionsfläche vom sonnenbestrahlten Blatt entfernt ist, und das partielle Verschwinden der Blatteile im Schatten je nach der Größe.

Es erklärt sich auch die schon oben (p. 784 ff.) erwähnte Entstehung von Sonnenbildern durch Lücken, welche von einem Längsbalken (Teil des gemeinschaftlichen Blattstieles) durchzogen sind.

X. Verteilung der Sonnenbilder im Schattenraume der Laubgewächse.

Die Verteilung der Sonnenbilder im Schattenraume des Laubes erscheint uns gewöhnlich eine regellose zu sein, ist es aber gewiß nicht, da die gesetzmäßige Anordnung der Blätter am Stamm und die innerhalb bestimmter Grenzen regelmäßige Form der Blätter auch zu einer gesetzmäßigen Anordnung der Sonnenbilder führen müssen. Es sind aber doch die Verhältnisse so verwickelt, daß eine regellose Verteilung dem Beobachter entgegenzutreten scheint.

Doch gibt es auch Fälle, in welchen eine auffällige Gesetzmäßigkeit der Anordnung der Sonnenbilder sich einstellt. Diesen Fall finden wir bei gefiederten Blättern ausgeprägt. Hier entsteht, wie wir oben gesehen haben, im Sonnenlicht eine Reihe von Sonnenbildern, welche in ihrer Anordnung der Richtung des gemeinschaftlichen Blattstieles folgen. Durch diese Sonnenbilder werden die unter den dieselben erzeugenden Blättern liegenden Blätter eine Begünstigung der Beleuchtung erfahren und unter sonst gleichen Verhältnissen eine desto größere Begünstigung, je mehr die Richtung der Sonnenstrahlen den

Verbindungslinien der übereinanderliegenden Blätter entspricht. Wenn die Blätter genau oder nahezu den Stellungsverhältnissen $\frac{2}{5}$ oder $\frac{3}{8}$ entsprechen, wird das fünfte, beziehungsweise das achte unter dem unmittelbar beleuchteten Blatte liegende Blatt von dem verstärkten Lichte der Sonnenbilder Nutzen ziehen können.

Gerade diese Verstärkung der Beleuchtung gedeckter Blätter durch das Licht von Sonnenbildern scheint mir biologisch nicht ohne Bedeutung. Es ist ja leicht einzusehen, daß die Blätter, welche je einen Zyklus der Blattstellung abschließen, die gerade unter ihnen liegenden Blätter am stärksten beschatten müssen, ihnen also das meiste Licht entziehen. Also beispielsweise bei der $\frac{3}{8}$-Stellung wird das achte Blatt, das über dem ersten (richtiger nullten) steht, dieses letztere am meisten beschatten. Da nun auf das Anfangsblatt des Zyklus die durch das achte Blatt entstandenen Sonnenbilder auffallen, so wird jedenfalls dieses Anfangsblatt stärker als jedes andere desselben Zyklus beleuchtet sein, und so kann man annehmen, daß der Nachteil stärkster Beschattung durch die von den Sonnenbildern ausgehende Beleuchtung aufgehoben wird.

XI. Eindringen des diffusen Tages- und des direkten Sonnenlichtes in die Laubmasse durch geschlossene, im Laube befindliche Lücken.

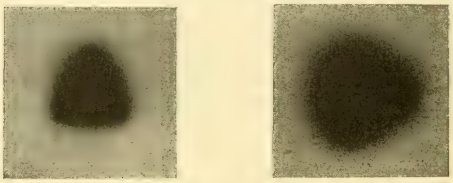
Nimmt man an, daß die Strahlen des direkten Sonnenlichtes völlig parallel und die des diffusen Lichtes nach unendlich vielen Richtungen laufen, so kann man sich rasch eine Vorstellung bilden über die unterhalb einer geschlossenen Lücke erfolgende Beleuchtung einer Fläche.

Da aber die Strahlen des Sonnenlichtes keine genau parallele Richtung einschlagen, so ergeben sich Besonderheiten der Beleuchtungsverhältnisse, welche ich oben schon, für unseren Zweck mit entsprechender Genauigkeit, erörtert habe. Wir haben insbesondere die Beleuchtung des Laubes und des beschatteten Vegetationsbodens durch Sonnenbilder, ferner die Eigentümlichkeit der durch Sonnenlicht hervorgerufenen

Schatten der Blätter kennen gelernt. Auf die im Laube erfolgende Umwandlung des direkten Sonnenlichtes in diffuses Tageslicht wird weiter unten noch einzugehen sein.

Um nun auch eine auf Anschauung beruhende Vorstellung darüber zu gewinnen, wie die faktische Beleuchtung der Flächen beschaffen ist, wenn das auf diese einwirkende diffuse Licht durch geschlossene Lücken hindurchgeht, habe ich folgende Versuche angestellt.

Holzkästchen von verschiedener Tiefe wurden oben durch eine dünne Platte, in welche je ein gleichseitiges Dreieck von



A *B*

Fig. 9.

Bei *A* betrug die Entfernung zwischen der dreieckigen Lücke und dem photographischen Papier 1 *mm*, bei *B* 4 *mm*.

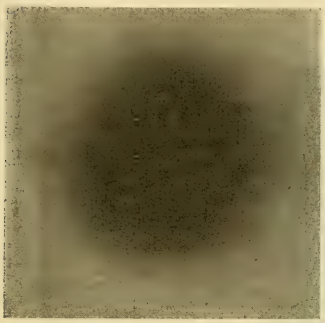
von 1 *cm* Seitenlänge eingeschnitten war, vollkommen lichtdicht verschlossen. Am Boden jedes Kästchens war photographisches Papier ausgespannt. In den einzelnen Kästchen betrug die Entfernung der dreiseitigen Lücke vom Boden 1, 4, 8, 12, 16 und 20 *mm*. Die so adjustierten Kästchen wurden im diffusen Tageslichte frei exponiert, und zwar dem Oberlicht ausgesetzt.

Es wurden mehrere Versuchsreihen durchgeführt, die beiläufig dieselben Resultate ergaben. Ich teile eine dieser Versuchsreihen mit, welche am 20. März 1909 zwischen $9^h\,45^m$ und $11^h\,30^m$ a. m. ausgeführt wurde. Der Himmel war vollkommen bedeckt ($B_0 S_0$). Die Intensität des gesamten Tageslichtes betrug, in Bunsen-Roscoe'schem Maß ausgedrückt, 0·138 bis 0·245.

Ich bemerke zunächst, daß die reine Dreiecksform der im Lichte sich schwärzenden Fläche nur erhalten blieb, wenn die

Entfernung der Lücke vom photographischen Papier = 0 war. Schon bei einer Entfernung von 1 *mm* erscheint die Fläche im Vergleich zum Dreieck bereits vergrößert und umgestaltet: die Seitenlänge beträgt bereits etwa 15 *mm*, die Seiten des Dreiecks erscheinen abgerundet, desgleichen die Ecken (Fig. 9, *A*).

In einer Entfernung von 4 *mm* ist die bestrahlte Fläche bereits vollständig abgerundet, es ist also die Dreiecksform nicht mehr zu erkennen (siehe Fig. 9, *B*).



Wie Fig. 9, nur betrug die Entfernung zwischen der dreieckigen Lücke und dem photographischen Papier 8 *mm*.

Fig. 10.

Bei weiter wachsenden Entfernungen ist die beleuchtete Fläche schon kreisförmig (Fig. 10). Die Grenzen der Kreisfläche sind nicht genau zu bestimmen, da die Lichtstärke der beleuchteten Kreisfläche ganz allmählich abnimmt und endlich verschwindet. Doch läßt sich approximativ der Durchmesser (*D*) der Kreisfläche bei den einzelnen Entfernungen (*E*) bestimmen. Unter den genannten Beleuchtungsverhältnissen ergaben sich folgende Werte für die Durchmesser der Kreisfläche:

E	*D*
4 *mm*	28 *mm*
8	39
12	50
16	62
20	73

Aus diesen und anderen ähnlichen Versuchen ist zu ersehen, wie rasch mit Zunahme der Entfernung der Lücke von der Projektionsfläche die durch eine dreiseitige Lücke sich ergebende Beleuchtungsfläche die Kreisgestalt annimmt und wie rasch diese Fläche mit der Entfernung von der Lücke wächst.

Wie verschieden die Wirkung des direkten und diffusen Lichtes sich gestaltet, wenn dasselbe durch ein und dieselbe Lücke durchtritt, ist aus nachstehender Abbildung zu ersehen (Fig. 11).

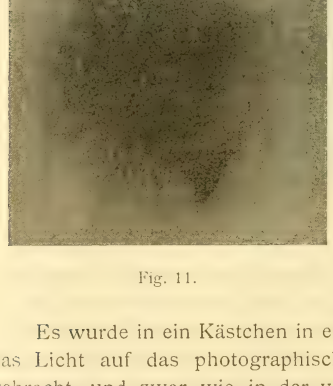


Fig. 11.

Photographie, entstanden in einer lichtdichten Holzkassette durch die Wirkung von diffusem Tageslicht (Zenitlicht). Das Licht ging durch ein gleichseitiges Dreieck von 1 *cm* Seitenlänge hindurch. Am Schlusse des Versuches wirkte durch einige Sekunden direktes Sonnenlicht, durch welches das dunkle Dreieck zustande kam. Die Entfernung der dreiseitigen Lücke vom photographischen Papier betrug 20 *mm*.

20. März 1908,
$9^h\,45^m$ bis $11^h\,30^m$,
$I = 0{\cdot}138$ bis $0{\cdot}245$.

Es wurde in ein Kästchen in einer Entfernung von 20 *mm* das Licht auf das photographische Papier zur Einwirkung gebracht, und zwar wie in der vorigen Versuchsreihe. Aber auf kurze Zeit wurde nachträglich direktes Sonnenlicht durch das dreiseitige Loch geleitet, wobei sich das Dreieck scharf abbildete. Dem Sonnenstand entsprechend kam dieses Dreieck exzentrisch zur Kreisfläche, welche durch die diffuse Beleuchtung hervorgerufen wurde, zu liegen. Das durch das direkte Sonnenlicht erzeugte Bild des Dreiecks hatte fast genau dieselbe Größe wie das die Lücke bildende Dreieck. Vergleicht man diese Dreiecksfläche, welche durch das direkte Sonnenlicht, mit jener Kreisfläche, welche durch das diffuse Licht hervorgerufen wurde, so ergibt sich, daß die letztere Fläche

beiläufig 95mal größer ist als die erstere, woraus zu ersehen ist, wie weit selbst bei kleiner Entfernung das durch die Lücke gegangene diffuse Licht im Vergleiche zum durch dieselbe Lücke gegangenen direkten Lichte sich unterhalb der Lücke ausbreitet.

Daß die Lichtstärke des einstrahlenden diffusen Lichtes desto mehr abnimmt, je größer die Entfernung ist, in welcher dieses Licht zur Wirkung kommt, ist selbstverständlich und kommt in den Tönen der abgebildeten Photographien zur Geltung (Fig. 9 bis 11). Aber diese Photographien lehren auch, wie die Intensität der Strahlung gegen die Peripherie abnimmt. Diese Intensitätsabnahme ist ganz verständlich: je schiefer die Strahlen des diffusen Lichtes einfallen, desto schwächer ist ihre Wirkung. Da die Strahlen des diffusen Lichtes unendlich viele Richtungen einschlagen, so kann die Beleuchtung der fraglichen Fläche keine an allen Punkten gleiche sein, und da die Lichtstärke vom Zenit gegen den Horizont abnimmt, so muß die Beleuchtungsstärke im kreisförmigen Himmelsbilde vom Zentrum gegen die Peripherie abnehmen. Es ergibt sich bezüglich der Relation von Entfernung und Lichtstärke schon in unserem einfachen Fall eine große Komplikation. Im Laube der Gewächse wächst aber diese Komplikation noch mehr, da das durch die Lücke gehende Licht im Laube nicht wie in unserem Experiment in einen dunklen Raum, sondern in einen diffus beleuchteten Raum einstrahlt. Immerhin lehren aber die mitgeteilten Versuche und die an dieselben geknüpften Erörterungen, wie weit im Vergleiche zum direkten Lichte das diffuse durch Lücken in das Laub eintretende Licht im Laube sich ausbreitet.

XII. Spezielle Beobachtungen über die Lichtstärke der Sonnenbilder.

In den letzten zwei Jahren habe ich zahlreiche messende Versuche über die Lichtstärke der Sonnenbilder im Vergleiche zur Intensität des Gesamtlichtes, der direkten Sonnenstrahlung und der Lichtstärke des Schattens, in welchem diese Sonnenbilder entstanden sind, angestellt.

Ich wähle aus der großen Zahl meiner Beobachtungen einige charakteristische Fälle und stelle dieselben im nachfolgenden zusammen.

In den nachfolgenden Zusammenstellungen ist die Himmelsbedeckung (B_0 etc.) in üblicher Weise angeführt, der Grad der Sonnenbedeckung, wie ich dies in meinen lichtklimatischen und den Lichtgenuß betreffenden Arbeiten stets zu tun pflegte, in fünf Graden ausgedrückt, wobei S_0 völlig bedeckte, S_4 völlig unbedeckt erscheinende Sonne bedeutet.

Es bedeutet ferner:

I_{d+s} die Intensität der Gesamtstrahlung,
I_d die Intensität des gesamten diffusen Tageslichtes,
I_s die Intensität der direkten Sonnenstrahlen,
$I_{\delta+s}$ die Lichtstärke des Sonnenbildes,
I_δ die Lichtstärke des Schattens, in welchem das Sonnenbild entstanden ist,
I_s die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes.
D Durchmesser des Sonnenbildes.

Alle Intensitätsbestimmungen erfolgten nach der von mir angegebenen und in meinen Schriften über Lichtgenuß und Lichtklima genau beschriebenen Methode.

Versuche mit Aesculus hippocastanum.

I.

Schönbrunn bei Wien. 29. Juni 1907. 9^h a. $B_0 S_4$.
$D = 2\ cm$.

$I_{d+s} = 0{\cdot}843$	$I_{\delta+s} = 0{\cdot}138$
$I_d = 0{\cdot}411$	$I_\delta = 0{\cdot}025$
$I_s = 0{\cdot}432$	$I_s = 0{\cdot}113$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit etwa $^1/_{7{\cdot}4}$ der Stärke der Gesamtstrahlung, $^1/_{3{\cdot}8}$ der direkten Strahlung und $^1/_{3{\cdot}7}$ der Intensität des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist 4·5mal so groß als die des Schattenlichtes.

II.

Baden bei Wien. 30. Juli 1908. 12^h m. $B_0 S_4$.
$D = 3\ cm$.

$I_{d+s} = 1 \cdot 000$	$I_{\bar{s}+s} = 0 \cdot 182$
$I_d = 0 \cdot 488$	$I_{\bar{s}} = 0 \cdot 045$
$I_s = 0 \cdot 512$	$I_s = 0 \cdot 137$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit etwa $^1/_{7 \cdot 3}$ der Stärke des Gesamtlichtes, $^1/_{3 \cdot 7}$ der Stärke des direkten Sonnenlichtes und $^1/_{3 \cdot 5}$ der Stärke des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist etwa dreimal so stark als die des Schattenlichtes.

III.

Baden bei Wien. 5. August 1908. 11^h a. $B_0 S_4$.
$D = 6\ cm$.

$I_{d+s} = 1 \cdot 100$	$I_{\bar{s}+s} = 0 \cdot 141$
$I_d = 0 \cdot 305$	$I_{\bar{s}} = 0 \cdot 087$
$I_s = 0 \cdot 795$	$I_s = 0 \cdot 054$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit etwa $^1/_{20}$ der Stärke des Gesamtlichtes, $^1/_{14}$ der Stärke des direkten Sonnenlichtes und $^1/_{5 \cdot 6}$ der Stärke des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist bloß 1·6mal so groß als die des Schattenlichtes.

Versuche mit einer sommergrünen Eiche.

Abbazia. 9. September 1908. 11^h a. $B_0 S_4$.
$D = 8\ cm$.

$I_{s+d} = 1 \cdot 275$	$I_{\bar{s}+s} = 0 \cdot 122$
$I_d = 0 \cdot 550$	$I_{\bar{s}} = 0 \cdot 073$
$I_s = 0 \cdot 725$	$I_s = 0 \cdot 049$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit etwa $^1/_{26}$ der Stärke der Gesamtstrahlung, $^1/_{14}$ der Stärke der direkten Strahlung und $^1/_{11}$ der Intensität des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt nur $^1/_{1\cdot4}$ des Schattenlichtes.

Versuche mit Laurus nobilis.

I.

Abbazia. 7. September 1908. 11^h a. $B_0 S_4$.
$D = 3\cdot5\ cm$.

$I_{d+s} = 1\cdot100$	$I_{z+z} = 0\cdot112$
$I_d = 0\cdot550$	$I_z = 0\cdot014$
$I_s = 0\cdot550$	$I_z = 0\cdot098$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit nahezu $^1/_{11}$ der Gesamtstrahlung, $^1/_{5\cdot6}$ der direkten Strahlung und $^1/_{5\cdot6}$ der Stärke des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist 7mal so stark als die des Schattenlichtes.

Es wurde die Temperatur im Lorbeerschatten mit der Lufttemperatur an der Sonne und mit der Temperatur im Sonnenbilde mittels eines gewöhnlichen Thermometers verglichen, wobei sich folgendes Verhältnis ergab: 21·8 : 27·7 : 24·4.

II.

Abbazia. 20. September 1908. 1^h p. $B_0 S_4$.
$D = 10\ cm$.

$I_{d+s}{}^* = 0\cdot686$	$I_{z+z} = 0\cdot072$
$I_d{}^* = 0\cdot239$	$I_z = 0\cdot027$
$I_s = 0\cdot447$	$I_z = 0\cdot045$

* Es strahlte nicht der ganze Himmel, sondern nur etwa ein Drittel desselben ein.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit etwa $^1/_{15}$ der disponiblen Gesamtstrahlung, $^1/_{9\cdot9}$ der direkten Strahlung und $^1/_{5\cdot3}$ der Stärke des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist beiläufig 1·6mal stärker als die des Schattenlichtes.

Versuch mit Viburnum tinus.

Abbazia, 9. September 1908. $9^h\,15^m$ a. B_0S_4.
$D = 1\cdot2\ cm.$

$I_{d+s} = 0\cdot834$ $\quad I_{\delta+\sigma} = 0\cdot114$
$I_d = 0\cdot456$ $\quad I_\delta = 0\cdot046$
$I_s = 0\cdot378$ $\quad I_\sigma = 0\cdot068$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit nahezu $^1/_{12}$ der Gesamtstrahlung, $^1/_{5\cdot5}$ der direkten Strahlung und $^1/_{6\cdot7}$ der Stärke des diffusen Lichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist beiläufig 1·5mal so groß als die des Schattenlichtes.

Versuch mit Selaginella cuspidata.

I.

Wien. An einem Südfenster. Datum ? 11^h a. S_4B_0.
$D = 3\cdot5\ mm.$

$I_{d+s} = 0\cdot522$ * $\quad I_{\delta+\sigma} = 0\cdot328$
$I_d = 0\cdot058$ * $\quad I_\delta = 0\cdot030$
$I_s = 0\cdot464$ $\quad I_\sigma = 0\cdot298$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist somit nahezu $^1/_{1\cdot7}$ der Gesamtstrahlung, $^1/_{1\cdot5}$ der direkten Strahlung und beträgt das 5·1fache der Lichtstärke des diffusen Tageslichtes.

---

* Am Beobachtungsorte. Die Intensität entspricht also nicht dem gesamten Tageslichte.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist beiläufig 10mal so groß als die des Schattenlichtes.

II.

Wien. An einem Ostfenster. 20. April 1909. 10^h a. $B_3 S_3$. $D = 3 \cdot 5$ *mm*.

$I_{d+s}{}^* = 0 \cdot 405$	$I_{z+z} = 0 \cdot 258$
$I_d{}^* = 0 \cdot 134$	$I_z = 0 \cdot 079$
$I_s = 0 \cdot 221$	$I_z = 0 \cdot 179$

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes beträgt somit nahezu $^1/_{2 \cdot 2}$ der Gesamtstrahlung, $^1/_{1 \cdot 5}$ der direkten Strahlung und ist etwa 1·3mal so groß wie die Lichtstärke des diffusen Tageslichtes.

Die Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes ist beiläufig 2·3mal so groß als die des Schattenlichtes.

Die vorgeführten Beobachtungsresultate, welche sich auf das für die Pflanze so wichtige Verhältnis der Intensität der direkten Strahlung des Sonnenbildes zur Intensität des Schattenlichtes der betreffenden Pflanze beziehen, werden wohl nach den früheren Darlegungen über Zustandekommen und Eigenschaften der Sonnenbilder verständlich sein. Man sieht, wie im großen ganzen die Lichtstärke des Sonnenbildes mit der Zunahme der Größe des letzteren abnimmt. Der auf *Viburnum tinus* Bezug nehmende Fall ist deshalb interessant, weil er zeigt, daß selbst bei kleinem Durchmesser des Sonnenbildes dessen Lichtstärke eine geringe sein kann; offenbar waren die Lücken, durch welche die Sonnenbilder hervorgerufen wurden, sehr klein. Die beiden auf *Selaginella* bezüglichen Fälle habe ich besonders ausgewählt, weil sie lehren, wie selbst bei gleichem Durchmesser des Sonnenbildes die Intensitäten der direkten Strahlung des Sonnenbildes weit

* Am Beobachtungsorte. Die Intensität entspricht also nicht dem gesamten Tageslichte.

auseinanderliegen können. Nicht nur die ungleiche Größe der Lücken, sondern auch die Beleuchtungsverhältnisse sind Ursache der großen Verschiedenheit in der Stärke der direkten Strahlung der Sonnenbilder im Vergleiche zur Stärke des Schattenlichtes.

XIII. Veränderung der Lichtstärke durch »unsichtbare Schatten«. Umwandlung des direkten Sonnenlichtes innerhalb des Laubes und der Gewebe in zerstreutes Licht.

Es wurde schon oben auseinandergesetzt, daß bei direkter Bestrahlung eines gefiederten Blattes mit der Entfernung der schattenauffangenden Fläche von dem Blatte zuerst die Schatten der Blattstiele, sodann der Schatten des gemeinschaftlichen Blattstieles und endlich die Schatten der Blättchen verschwinden.

Es wurde auch gezeigt, daß Lücken im Laube, welche von Stücken des gemeinschaftlichen Blattstieles wie von einem Balken durchzogen erscheinen, trotzdem reine Sonnenbilder liefern, natürlich in Entfernungen, in welchen die Schatten dieser Balken nicht mehr sichtbar sind und den Gang der Sonnenstrahlen nicht zu hindern vermögen.

Ich nenne solche nicht mehr nachweisbare Schatten von Blättern und Blatteilen der Einfachheit halber »unsichtbare Schatten«.

Diese »unsichtbaren Schatten« erklären eine von mir aufgefundene Tatsache, welche mir anfangs ganz unverständlich war. Wenn die Sonne in breiten Lücken in das Laub einstrahlt, so ist die Intensität des direkten Sonnenlichtes dieselbe wie jene des direkten Sonnenlichtes, welches ganz ungehindert die Peripherie der Laubkrone bestrahlt. Nun habe ich mehrmals die Beobachtung gemacht, daß im Baumschatten liegende große, unbestimmt geformte Lichtflecke eine Intensität des direkten Sonnenlichtes aufweisen, welche geringer ist als die des direkten Sonnenlichtes auf völlig frei exponiertem Standort und daß sich auch eine schwache Erhöhung der Stärke des diffusen Schattenlichtes einstellt. Wie ich später gefunden habe, wird diese Erscheinung durch »unsichtbare Schatten«

hervorgerufen, welche im allgemeinen die Lichtstärke eines solchen »Lichtfleckes« herabsetzen und einerseits eine Verminderung der Stärke des direkten Sonnenlichtes und andrerseits eine (schwache) Erhöhung der Intensität des dem »Lichtfleck« angehörigen diffusen Lichtes herbeiführt.

Aus meinen diesbezüglichen Beobachtungen hebe ich den folgenden Fall hervor.

Am 5. August 1908 beobachtete ich eine Intensität des direkten Sonnenlichtes $= 0{\cdot}393$ (Baden bei Wien) um $9^h\,10^m$ bei $B_2 S_4$.

$$I_{d+s} = 0{\cdot}795$$
$$I_d = 0{\cdot}402$$
$$I_s = 0{\cdot}393$$

Im Schatten einer Roßkastanie bemerkte ich einen etwa 900 cm^2 großen Lichtfleck von anscheinend gleichmäßiger starker Beleuchtung. Die Intensität des direkten Lichtes dieses Sonnenbildes betrug aber nicht $0{\cdot}393$, sondern bloß $0{\cdot}302$. Die Lichtstärke der direkten Strahlung erscheint also im Lichtfleck um $0{\cdot}091$ gesunken. Hingegen hatte sich die Stärke des diffusen Lichtes im Bereiche des »Lichtfleckes« um $0{\cdot}025$ erhöht, was konstatiert werden konnte, nachdem jene Blätter, welche den »unsichtbaren Schatten« geworfen hatten, entfernt wurden.

Zur weiteren Feststellung des Sachverhaltes wurde folgender Versuch über den Einfluß des »unsichtbaren Schattens« auf die Beleuchtungsverhältnisse der Pflanzenorgane auf meine Veranlassung von Herrn Dr. V. Vouk im pflanzenphysiologischen Institut angestellt. Es wurde ein Stock von *Asparagus plumosus* am 24. April um 9^h a. bei $B_0 S_4$ an einem Ostfenster aufgestellt. Der den Schatten auffangende Schirm wurde nur so weit von dieser Pflanze (deren Höhe 77, deren Breite 36 *cm* betrug) entfernt, bis die Schatten der zarten, mit haardünnen Phyllokladien besetzten Zweige fast gänzlich verschwunden waren. Die Entfernung der Pflanze vom Schirm betrug 450 *cm*. Im »unsichtbaren Schatten« war die Intensität des direkten Sonnenlichtes $0{\cdot}318$, die des diffusen Lichtes $= 0{\cdot}062$. Hingegen war nach Entfernung der Pflanze die Intensität des direkten Sonnenlichtes $0{\cdot}357$, die des diffusen Lichtes $0{\cdot}042$.

Die Sonnenstärke hatte also in diesem Versuch infolge der Wirkung des »unsichtbaren Schattens« um 0·039 abgenommen, hingegen die Stärke des diffusen Lichtes um 0·020 zugenommen.[1]

Es wurden mit dieser Pflanze noch mehrere ähnliche Versuche vorgenommen, die mit den angeführten gleichsinnige Resultate ergaben.

Es findet also zweifellos im Laube der Pflanze eine Lichtzerstreuung statt, welche eine Verminderung der Stärke des direkten Sonnenlichtes und eine Erhöhung der Stärke der diffusen Strahlung herbeiführt.

Aus diesem Versuch ist aber auch zu ersehen, daß die Stärke des diffusen Lichtes der Baumkrone nicht nur abhängig ist von dem einstrahlenden Himmelslicht, sondern daß in dem Laube selbst eine Zerstreuung des eintretenden Sonnenlichtes sich einstellt, welche zu einer Vermehrung des diffusen Lichtes führt.

Bei großblättrigen Pflanzen wird diese Vermehrung des diffusen Lichtes wenig austragen. Sie wird im allgemeinen desto mehr betragen, je kleiner die Blätter sind, und bis zu einer bestimmten Grenze, je zahlreicher die Blätter auftreten. Je weiter also die Blattzerteilung geht, sei es durch Fiederung oder durch Kleinerwerden der einfachen Blätter, desto mehr wird natürlich bis zu einer bestimmten Grenze die Umwandlung des direkten Sonnenlichtes in diffuses innerhalb des Laubes fortschreiten.

Wie ich an anderer Stelle[2] gezeigt habe, wächst der Lichtgenuß der Pflanzen mit fortschreitender Blattzerteilung. Diese weitreichende Blattzerteilung bietet der besonnten Pflanze, wie ich dort nachwies, den Vorteil eines auffällig großen Wärmeschutzes und, wie ich oben zeigte, den nicht minder großen Vorteil einer Umwandlung in diffuses Licht, welches ja in der Regel der Pflanze zuträglicher ist als das direkte Sonnenlicht.

[1] Dabei wurde die Abschwächung des diffusen Lichtes infolge Duchganges durch die (überaus zarte) Belaubung der Pflanze nicht berücksichtigt.

[2] Über Blattgestalt und Lichtgenuß siehe oben p. 759.

Daß dieses letztere beim Durchtritte durch die Pflanzenorgane (z. B. durch die Blattsubstanz) eine weitere Umwandlung in diffuses Licht zur Folge hat, sei hier auch noch angemerkt. Diese Umwandlung von direktem Sonnenlicht in diffuses erfolgt durch Zerstreuung. Wenn man beachtet, daß sowohl die Membran als auch das Protoplasma und der Zellkern so wie die anderen Inhaltskörper der Zelle aus Teilchen bestehen, die in der Lichtbrechung voneinander abweichen, so wird es klar werden, daß innerhalb der Gewebe der Pflanzen eine weitgehende Lichtzerstreuung und dementsprechend eine Vermehrung des diffusen Lichtes stattfinden muß.

Diese Lichtzerstreuung im Innern der Gewebe schließt eine nutzlose Durchstrahlung aus, bewirkt vielmehr, daß der Weg, den das auffallende Licht in der Zelle oder in den Geweben zurückzulegen hat, verlängert und das Licht zu größerer Leistung innerhalb der Pflanzenorgane herangezogen wird.

XIV. Übersicht über die Veränderungen des Außenlichtes innerhalb des Laubes.

Die frei exponierten Pflanzen sind, soweit die Organe derselben sich nicht selbst beschatten, der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt. An welchen Örtlichkeiten (nach Breite und Seehöhe) die direkte Sonnenbeleuchtung zu größerer Wirkung gelangt, ist oben schon erwähnt worden. Im allgemeinen kann man auch sagen, daß im Frühling und Herbst, also bei relativ geringer Lichtstärke, die förderliche Wirkung des direkten Sonnenlichtes eine größere ist als im Sommer. Es ist auch verständlich, daß die im Laufe der Entwicklung sich ergebende, im Vergleich zur vollkommenen Ausbildung noch relativ geringere Laubmasse und die infolge des »Sommerlaubfalles«[1] sich gegen den Herbst zu vollziehende Reduktion der Blätterzahl der Holzgewächse die Bestrahlung durch direktes Licht begünstigen muß, während in der Zeit der vollen Belaubung infolge vermehrter Lichtzerstreuung eine Vermehrung des diffusen Lichtes sich einstellen wird. Da aber zur Zeit der

[1] Wiesner, Ber. D. Bot. Ges., Bd. XXII (1904).

vollen Belaubung der Eintritt des äußeren diffusen Lichtes eine Einschränkung erfährt, so erscheint die Vermehrung des letzteren durch Umwandlung aus direktem als eine Kompensation.

Ebenso kann man es als Regel betrachten, daß bei starker direkter Bestrahlung die Pflanze gegen das Übermaß der Beleuchtung sich wehrt. Dabei sind, wie die Erscheinung des »Hitzelaubfalles«[1] lehrt, die peripher gelegenen Blattorgane wegen der großen Ausstrahlung der Blätter gegen den Himmel im Vorteil gegenüber den ebenso stark bestrahlten, aber in nach oben offenen Lücken gelegenen Blättern der Baumkrone.

Die Laubknospen der Nadelhölzer und überhaupt der immergrünen Holzgewächse liegen peripher und sind deshalb der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt. Da aber die Blattentwicklung in den Frühling fällt, wenn die Intensität des Sonnenlichtes noch nicht hoch ist, so hat die direkte Sonnenwirkung bei der ersten Laubentwicklung eine für die Pflanze nützliche Wirkung. Ein gleiches gilt auch für die sommergrünen Holzgewächse, deren Laubknospen aber zum Teil gegen die Peripherie nicht so vorgeschoben sind wie die der immergrünen Holzgewächse. Aber selbst wenn diese Knospen auch tiefer in die Krone hineinreichen, so erfolgt doch die Laubentwicklung aus diesen Knospen in der Zeit, in welcher diese Bäume oder Sträucher noch unbelaubt sind. Es sind deshalb auch diese Knospen der Bestrahlung durch direktes Sonnenlicht ausgesetzt und aus schon angeführten Gründen kommt den sommergrünen Holzgewächsen die direkte Sonnenwirkung ebenso zugute wie den wintergrünen. Die Bedeckung all dieser Laubknospen mit Tegmenten (Knospendecken) der verschiedensten Art ist wohl fast ausschließlich als Schutzeinrichtung während der Winterruhe zu deuten; als Schutz gegen zu starke Lichtwirkung bei Beginn der Laubentwicklung dürften diese Organe nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maße dienen.

Die Regulierung des Lichtgenusses der Pflanze erfolgt auf die mannigfaltigste Weise und, wie ich früher

[1] Siehe oben p. 761.

ausführlich auseinandersetzte, sowohl durch die Wahl des Standortes als durch die Selbstbeschattung, wobei es hauptsächlich der Pflanze darauf ankommt, sich ein bestimmtes Ausmaß von diffusem Licht zu sichern.

Es greift aber auch, wie in diesen Blättern gezeigt wurde, das direkte Sonnenlicht in den Prozeß der Regulierung des Lichtgenusses insoferne ein, als dasselbe durch die bei der Entstehung der Sonnenbilder zustande kommende Verminderung der Lichtstärke der Pflanze gerade jenes Licht zuführt, welches für sie am vorteilhaftesten ist. In gleichem Sinn ist für die Pflanze die in ihrer Laubmasse erfolgende Umsetzung von direktem in zerstreutes Licht von Vorteil.

Bei der Regulierung des Lichtgenusses ist auch das in das Laub eindringende direkte Sonnenlicht beteiligt. Da die Laubzerteilung (siehe oben p. 805) der Pflanze nicht nur den Vorteil eines sehr weitreichenden Wärmeschutzes gewährt, sondern auch die Umwandlung des direkten Sonnenlichtes in das für die Pflanze vorteilhaftere zerstreute Licht bewirkt, so ist einzusehen, daß dieser Umsatz von direktem Licht in zerstreutes der Pflanze desto mehr zugute kommen wird, je weiter die Laubzerteilung reicht und je größer die Blattzahl wird, letzteres aber, theoretisch genommen, nur bis zu einer bestimmten Grenze. Diese Grenze wird aber von der Pflanze nicht überschritten: nie wird eine weitgehende Blattzerteilung mit einer so großen Vermehrung der Blattzahl verbunden sein, daß die Vorteile der Zerteilung durch eine Überzahl von Blättern aufgehoben werden würde.

Die Umwandlung des direkten Sonnenlichtes in diffuses innerhalb der Laubmasse der Pflanzen wird, wie schon angedeutet, in der Zeit ihrer vollständigsten Entwicklung am größten sein, weil hier die Oberfläche der gesamten Blattmasse ihr Maximum erreicht; vorher ist sie infolge der Evolution kleiner, desgleichen z. B. infolge des Sommerlaubfalles in der Periode der Involution. Bei jenen zahlreichen Holzgewächsen, bei welchen die Entwicklung des Laubes in das Frühjahr, die Entlaubung in den Herbst fällt, also das Maximum der Laubmasse in den Sommer, nämlich in die Zeit der stärksten Sonnenbeleuchtung, wird der durch die vermehrte Laubmasse

verminderte Zutritt von diffusem Außenlicht durch vermehrten Umsatz von direktem Licht in diffuses kompensiert.

Dieser Umsatz von direktem Licht in diffuses ist nur einer von den zahllosen Behelfen,[1] deren die Pflanze sich bedient, um ihren Lichtgenuß zu regulieren. Er gilt nur für Gewächse, deren Blätterzahl einem Wechsel im Lauf einer Vegetationsperiode unterworfen ist, also vor allem für die sommergrünen Holzgewächse in höherem Maß als für die immergrünen. Er kann für die nicht ganz geringe Zahl von Pflanzen mit geringer und konstanter Blattzahl (z. B. für die ein-, zwei-, drei-, vierblättrigen etc.) keine Geltung haben. Der Lichtgenuß dieser Pflanzen wird in zum Teil anderer Weise geregelt, aber auch wieder in verschiedener Weise, je nachdem sie auf ganz frei exponierten Standorten vorkommen, wie z. B. die meisten Annuellen, oder ob sie Schattenpflanzen sind.[2] Im ersteren Falle liegt ihr Lichtgenuß ausschließlich innerhalb jener Grenzen, welche durch das ungehemmte äußere Licht gegeben sind. Im letzteren Fall, also bei Schattenpflanzen, erfolgt aber die Regulierung durch den Lichtgenuß jener Gewächse, in deren Schatten sie auftreten. Daß bei diesen Gewächsen ein Lichtzuschuß durch Sonnenbilder erfolgt, welche auf den Boden und auf die Bodenpflanzen sich projizieren, habe ich schon früher betont.[3]

---

[1] »Lichtgenuß«, p. 251 ff.

[2] »Lichtgenuß«, p. 256.

[3] p. 779, s. auch »Lichtgenuß«, p. 167.

Zusammenfassung der wichtigeren Resultate.

Wenn auch das diffuse Tageslicht, dem sich die Pflanze am Tage nie entziehen kann, im Haushalte der Pflanze eine weitaus größere Rolle spielt als das direkte Sonnenlicht, welches niemals die Pflanze als solches, sondern immer nur gemischt mit diffusem Licht die Pflanze trifft, so hat diese sich dem direkten Sonnenlicht ebenso wie dem diffusen Tageslicht angepaßt: sei es, daß sie durch die verschiedensten Schutzeinrichtungen die übermäßige Wirkung abwehrt, sei es, daß sie in kalten Erdgebieten oder in kalten Abschnitten der Vegetationsperioden das Sonnenlicht zu stärkerer Leistung heranzieht oder endlich, daß sie sich so gestaltet, daß ihr nur geschwächtes Sonnenlicht von außen zufließt. Alle diese Verhältnisse wurden in früheren Abhandlungen des Verfassers erörtert und kommen in den vorangegangenen Blättern nur summarisch zur Sprache.

Die Aufgabe, welche in dieser Abhandlung zu lösen versucht wurde, besteht darin, zu zeigen, daß das Laub der Pflanze die Stärke des direkten Sonnenlichtes in einer für das Gedeihen der Pflanze zweckmäßigen Weise herabsetzt. Es geschieht dies auf zweierlei Weise; erstlich durch die Erzeugung von Sonnenbildern, welche sich auf die Blätter projizieren, und zweitens durch eine im Laube vor sich gehende Lichtzerstreuung.

Die Sonnenbilder werden beim Durchgang des Sonnenlichtes durch im Laube befindliche Lücken gebildet. Über der Lücke hat das direkte Sonnenlicht seine spezifische Stärke; von der Lücke an nach abwärts nimmt die Lichtstärke angenähert im umgekehrt quadratischen Verhältnis der Entfernung ab. Je kleiner die Lücke ist, desto genauer ist das Gesetz erfüllt. Strahlt das Sonnenlicht in Lücken ein, welche die Bildung von Sonnenbildern nicht mehr zulassen, so pflanzt es sich nach unten mit gleicher Lichtstärke fort.

Punktförmige Lücken rufen Sonnenbilder hervor, welche auf ihrer ganzen Fläche eine gleiche Lichtstärke aufweisen. Größere Lücken erzeugen Sonnenbilder mit nach außen abnehmender Lichtstärke. Punktförmige Lücken bringen Sonnen-

bilder hervor, deren Durchmesser *(D)* sich aus der Entfernung *(E)* von der Lücke leicht berechnen läßt:

$$D = E.0{\cdot}0093.$$

Sonnenbilder, welche durch meßbare Lücken entstehen, erscheinen um die Breite der Lücke vergrößert.

Ein Blatt, welches über einem anderen steht (z. B. bei $\frac{3}{8}$ das Blatt 8 über 0), entzieht letzterem die größte Menge des diffusen Lichtes. Die Pflanze kompensiert, wenn sie größere Blätter erzeugt, diesen Nachteil durch Fiederung der Blätter; infolgedessen wird bei Sonnenbeleuchtung gerade das untere Blatt durch Sonnenbilder relativ stark beleuchtet.

Im Laufe der Entwicklung des Laubes eines sommergrünen Holzgewächses wird zur Zeit der stärksten Belaubung der Zutritt des äußeren diffusen Lichtes am meisten gehemmt, aber zu dieser Zeit erfolgt auch der stärkste Umsatz von direktem Sonnenlicht durch das Laub in diffuses Licht.

So wird also durch das Laub selbst die Stärke des Lichtes in einer für die Pflanze zweckmäßigen Weise reguliert.

Diese Regulierung gilt aber nur für Gewächse mit einer größeren unbestimmten Anzahl von Blättern.

Ist die Zahl klein und bestimmt, z. B. bei konstant ein-, zwei-, drei-, vierblättrigen Pflanzen, so wird deren Lichtgenuß, sofern sie Schattenpflanzen sind, von den Gewächsen, in deren Schatten sie leben, reguliert; wenn sie aber frei exponiert sind, so liegt ihr Lichtgenuß lediglich innerhalb jener Grenzen, welche durch das ungehemmt zutretende äußere Licht gegeben ist. Ihr Lichtgenuß weicht dann, wie bei den meisten Annuellen, von dem maximalen Wert ($L = 1$) nicht oder nur wenig ab.

Beim Eintritt des Sonnenlichtes in die Zellen und Gewebe wird ein Teil desselben notwendigerweise in zerstreutes umgewandelt; innerhalb der Zelle schon deshalb, weil die Bestandteile der Zellen (Membran, Protoplasma und Kern) aus Teilchen von verschiedenem Brechungexponenten sich zusammensetzen. Eine weitere Lichtzerstreuung muß notwendigerweise auch in den luftführenden Interzellularen stattfinden.

Die im Text reproduzierten Photographien wurden von Herrn Dr. A. Jenčić, Assistenten am pflanzenphysiologischen Institut, aufgenommen. Bei den Versuchsanstellungen hatte ich mich mehrfach der Unterstützung des genannten Herrn, ferner des Herrn Dr. Karl Linsbauer, Adjunkten, und des Herrn Dr. Valerian Vouk, Demonstrators am pflanzenphysiologischen Institut, zu erfreuen. Den genannten Herren, desgleichen Herrn Dr. Wilhelm Schmidt, Adjunkten an der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, dessen Mithilfe ich im Text bereits namhaft gemacht habe, drücke ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

Fragmente zur Mykologie

(VII. Mitteilung, Nr. 289 bis 353),

gleichzeitig

Dritte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**
k. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Mai 1909.)

289. Über Farysia javanica Rac.

Von dieser jüngst von Raciborski (Bull. Acad. Cracovie, 1909, p. 354) beschriebenen Ustilagineen-Gattung und -Art konnte ich neben einem Originalexemplar noch ein besseres von V. Schiffner 1894 in Westjava gesammeltes Exemplar untersuchen.

Raciborski sagt, daß die infizierten Blüten durch die Hyphen des Pilzes verwoben und gallenartig erweitert werden, daß die Fruchtkörper des Pilzes anfangs geschlossen und nachher offen sind und die Dauersporen einzeln seitlich auf den oberflächlichen Hyphen von weit herauswachsenden, 1 bis 2 *mm* langen, bräunlichen Hyphenbündeln, die er Capillitiumstränge nennt, entstehen.

Diese zum Teil nicht ganz klaren Angaben kann ich nicht bestätigen. Die Untersuchung des von Schiffner gesammelten Exemplars zeigte mir, daß nur der im Utriculus der *Carex* sp., auf welcher der Pilz lebt, eingeschlossene Fruchtknoten offenbar schon sehr frühzeitig infiziert wird. Neben normalen reifen Früchten findet man auch schlecht entwickelte

Utriculi, die statt der Caryopse an der Basis einen rundlichen, weißlichen Körper eingeschlossen enthalten, der aus einem Plektenchym aus hyalinen, etwas gelatinösen, torulösen Hyphen besteht und den Fruchtknoten ersetzt. Wahrscheinlich findet zur Zeit der Blüte die Infektion durch Vermittlung der Narben statt. Von den Narben, dem Griffel und der Fruchtknotenwand ist nun nichts mehr zu sehen. Die Pilzhyphenglieder sind spindelförmig bis kugelig angeschwollen und zeigen einen großen, glänzenden Kern in der Mitte. Offenbar handelt es sich um beginnende Chlamydosporenbildung. Dieser ursprüngliche, homogene Pilzkörper sitzt auf einem warzenförmigen, festen Gewebspolster der Nährpflanze, der der Hauptsache nach aus spiralig und netzförmig verdickten Gewebselementen besteht und auf dem ursprünglich der Fruchtknoten, der nun ganz zerstört und durch den Pilz ersetzt ist, saß. Der rundliche Pilzkörper vergrößert sich nun, sprengt den Utriculus, in den er erst ganz eingeschlossen ist, völlig und liegt schließlich als schwarzer, mehr minder dicht mit bräunlichen Zotten bedeckter, 1 bis 2 *mm* breiter, kugeliger Körper frei zutage.

Mediane Längschnitte lehren nun, daß der Pilz dreierlei distinkte Entwicklungsstadien aufweist.

Im ersten Stadium, das soeben geschildert wurde, besteht er aus einem ziemlich homogenen Plektenchym, aus gelatinösen, torulösen, hyalinen Hyphen, die in den äußeren Partien bis 20 μ große, kugelige Glieder (Chlamydosporen-Initialen) zeigen.

Im zweiten Stadium tritt die Bildung einer tuberculariaeen- oder melanconiesnartigen Nebenfruchtform auf, indem innen an der Basis, von der Mitte ausgehend, eine Art von Hymenium sich bildet, das aus palissadenartig dichtparallel stehenden, dünnen, dicht septierten Hyphen besteht, deren Glieder nach oben hin dicker werden, sich abrunden und bräunen und in Ketten stehende, 6 bis 8 μ breite, den Chlamydosporen ähnliche, aber dünnerwandige und kleinere Conidien in großer Menge bilden. Dieses Hymenium vergrößert sich, bricht oben durch das Plektenchym und drängt dasselbe zur Seite. Das chlamydosporenbildende Plektenchym bildet nun einen das Conidienhymenium umgebenden Wulst, der manchmal scheidenartig entwickelt ist.

Schon in den jungen Conidienhymenien zeigt sich, daß ein Teil der Palissadenhyphen bündelweise steril bleibt; diese sterilen Bündel, welche anfänglich ganz eingeschlossen sind und gleichmäßig verteilt im Conidienhymenium erscheinen, verlängern sich bedeutend, wachsen heraus und bilden die ersten Zotten (Capillitiumstränge) des Pilzes.

Im dritten Stadium obliteriert nun das Conidienhymenium mit Ausnahme der sterilen Hyphenstränge und wird von dem Chlamydosporenplektenchym überwuchert, das nun reichlich, so wie bei *Ustilago*, Dauersporen bildet. Es bilden sich nun auch in dem Plektenchym weitere sterile, bräunliche Hyphenstränge aus, welche mit den früher im Conidienhymenium entstandenen sich stark verlängern und die zottige Beschaffenheit des inzwischen zu einer 1 bis 2 *mm* breiten Kugel herangewachsenen Pilzes, der den Utriculus zersprengt hat und frei zutage liegt, bewirkt.

Es zeigt sich nun, daß an einem Teile der sterilen Hyphenbündel auch Chlamydosporen entstehen können. Dies geschieht in der Weise, daß einzelne oder auch alle Hyphen dieser Stränge teils im Längsverlauf derselben an beliebigen Stellen, teils an den Enden derselben hyalin bleiben, sich verbreitern und knotig anschwellen; aus den einzelnen rundlichen oder spindelförmigen, in Reihen stehenden Knoten entstehen nun Reihen von Dauersporen, ganz so wie im Plektenchym.

Wenn auch die gemachten Angaben, die dem trockenen Material entnommen sind, verbesserungsfähig sein werden, so geht aus denselben doch hervor, daß der Aufbau und die Entwicklung des Pilzes ganz anders ist, als Raciborski sagt.

Letzterer ist durch die Beschaffenheit der sterilen Hyphenstränge an *Graphiola* erinnert worden und er vermutet eine nähere systematische Beziehung zwischen *Farysia* und *Graphiola*. Diese Vermutung wird durch die von mir erhaltenen Resultate vollkommen bestätigt. Das von mir aufgefundene Conidienhymenium mit den daraus entspringenden sterilen Hyphensträngen erinnert sehr an *Graphiola Phoenicis* Poit. nach Ed. Fischer's Darstellung (Bot. Zeitung, 1883, p. 745, Taf. 6). Es ist zwar ein Unterschied in der Art der Bildung der Conidien vorhanden, die bei *Farysia* stets in Ketten zu

entstehen scheinen, bei *Graphiola* hingegen seitlich hervorsprossen, allein diese Differenz scheint mir angesichts der sonst auffallenden Übereinstimmung nebensächlich. Die Conidienbildungen sind ja oft bei nahe verwandten Formen ganz verschieden.

Ich glaube daher, daß *Graphiola Phoenicis* das Conidiumstadium einer noch unbekannten Ustilaginee ist.

Dasselbe dürfte auch für *Endocalyx* Berk. et Br. gelten nach T. Petch's Darstellung in Annals of Botany, XXII, 1908, p. 389. Diese Formgattung weicht indes schon mehr ab.

Raciborski hält es für möglich, daß *Farysia javanica* mit *Cintractia Merillii* P. Henn. (Hedwigia, 1908, 47. Bd., p. 250) identisch ist. Es ist dies nicht unwahrscheinlich, doch war es mir vorläufig nicht möglich, das Originalexemplar der *Cintractia Merillii* P. Henn. zu erhalten.

290. Über Mapea radiata Pat.

Unter diesem Namen hat Patouillard (Bull. soc. Mycol. France, 1906, XXII, p. 46, Taf. 1, Fig. 1) einen Pilz beschrieben, den er als neue Uredineengattung betrachtet. Aus seinen Angaben und Bildern geht aber mit größter Wahrscheinlichkeit hervor, daß *Mapea radiata* nichts anderes als ein frühes Entwicklungsstadium eines Hutpilzes, wahrscheinlich eines *Marasmius*, ist. Der radial gefurchte Hut entwickelt sich unter der Epidermis und ist oben dicht mit kurzen Haaren besetzt, die aus einer Stielzelle und einem einzelligen, eibirnförmigen, 16 bis 18 ≍ 10 bis 12 μ großen, blaß ockergelben, dickwandigen, warzigen Köpfchen bestehen. Diese Köpfchen hat Patouillard für Uredosporen gehalten. Leider hat derselbe keinen Medianschnitt durch den Pilz gemacht, welcher wahrscheinlich die Anlage des zentralen Stieles gezeigt hätte. Daß *Marasmius*-Arten sich unter der Epidermis entwickeln können, ist bekannt. So verhält sich z. B. *M. hygrometricus*. Es ist mir gar nicht zweifelhaft, daß *Mapea radiata* ein unentwickelter Hutpilz ist, wofür auch das eingesehene Originalexemplar spricht.

In ähnlicher Weise hat H. Zukal bei der Aufstellung seines *Hymenoconidium petasatum* n. g. et sp. (Bot. Zeitung, 1889, 47. Bd., p. 62, Taf. I, Fig. 1 bis 4) ein Entwicklungsstadium von

Marasmius hygrometricus für eine neue merkwürdige Gattung gehalten, wie V. Fayod (Bot. Zeitung, 1889, 47. Bd., p. 158) gezeigt hat. Demselben ist auch die Ähnlichkeit der gestielten Haare des jungen Hutes, die er für Conidien hielt, mit Uredosporen aufgefallen, woraus er weitgehende phylogenetische Folgerungen andeutet. Die Haarköpfchen von *Marasmius hygrometricus* gleichen in Größe und Form ganz denen der *Mapea radiata* und die Fig. 4 bei Zukal ähnelt sehr den Fig. 1*d* und 1*e* bei Patouillard, nur daß der *Marasmius* der *Mapea* einen stark gefurchten Hut hat, was bei *M. hygrometricus* nicht der Fall ist.

Die Uredineengattung *Mapea* muß daher völlig gestrichen werden.

291. Über Peniophora hydnoides C. et M.

Peniophora hydnoides Cooke et Massee (Linn. Journ. Botany, Vol. XXV, p. 154 [1888]).

Dieser Pilz ist nach dem Originalexemplar ex Herb. Hort. Bot. Reg. Kew, so wie ich vermutete, vollkommen identisch mit *Odontia conspersa* Bres. (1897, Hymen. hung. Kmetiani in Atti real. Accad. scienze degli Agiati, Rovereto, Ser. III, Vol. III, p. 100).

Derselbe tritt in drei verschiedenen Formen auf:

1. Als *Odontia* mit ziemlich weit voneinander abstehenden deutlichen Stacheln. So ist der Pilz von Bresadola l. c. beschrieben. Dieser Form entspricht genau *Peniophora hydnoides* C. et M. nach dem Originalexemplar von Carlisle.

2. Als *Grandinia* mit dicht und gehäuft stehenden Körnern und Warzen. So *Peniophora conspersa* (Bres.) Brinkmann, Westphälische Pilze, Nr. 170, »kräftig entwickelte Form«. Nr. 169 dieser Sammlung als Forma *odontioides* bezeichnet, bildet einen Übergang zur *Odontia*-Form.

3. Als *Peniophora* mit glattem oder spärlich körnigem Hymenium. So beschrieben als *Peniophora crystallina* v. H. et L. (Beiträge zur Kenntnis der Corticieen, II. Mitt., p. 828, in diesen Sitzungsberichten, 1907). Dieser, der häufigsten Form, entspricht beiläufig die Nr. 168 von Brinkmann's Westph. P.,

die er als Forma *caesia* bezeichnet. Der Pilz muß nach der bestentwickelten Form *Odontia hydnoides* (C. et M.) v. H. bezeichnet werden.

292. Über Psilopezia mirabilis B. et C.

Psilopezia mirabilis Berk. et Curt. (Linn. Proceed., Botany, Vol. X, p. 364).

Ich habe in diesen Fragmenten (VI. Mitt., 1909, Nr. 263) die Vermutung ausgesprochen, daß der obige Pilz aus Cuba kein Discomycet, sondern ein *Aleurodiscus* sein werde. In der Tat zeigte mir das Originalexemplar, das ich der Güte der Direktion des botanischen Gartens in Kew verdankte, daß es ein unreifes *Aleurodiscus* ist, das sich von *Aleurodiscus usambarensis* P. Henn. (= *A. spinulosus* P. Henn.) aus Deutsch-Ostafrika weder äußerlich noch mikroskopisch unterscheiden läßt (siehe Beiträge zur Kenntnis der Corticieen, II. Mitt., 1907, in diesen Sitzungsberichten, 116. Bd., p. 806).

Der Pilz muß heißen *Aleurodiscus mirabilis* (B. et C.) v. H.

293. Über die Gattung Neohenningsia Koorders.

Diese in Verhand. koningl. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam (II. Sect.), XIII, Nr. 4, 1907, p. 164, beschriebene Gattung wird von dem Autor und P. Hennings zu den *Perisporiaceae-Eurotiaceae* gestellt.

In derselben stehen zwei Arten, deren Originalexemplare ich untersucht habe.

1. Als Typus der Gattung figuriert *Neohenningsia stellulata* Koorders. Die Perithecien sollen an der Basis dreieckige, zellige Anhängsel besitzen, auf welchen sie gewissermaßen sitzen.

Die Untersuchung der im Berliner königl. bot. Museum aufbewahrten mikroskopischen Präparate dieses Pilzes Nr. 153 *a* und *b*, Serie 12, zeigte mir nun, daß derselbe eine ganz typische *Nectria* aus der Sektion *Lepidonectria* oder *Lasionectria* ist. Die Anhängsel sitzen nicht an der Basis, sondern

weiter oben, zum Teil sogar an der oberen Hälfte der Perithecien, oft ziemlich nahe dem Ostiolum. Sie stehen auch nicht in einer Reihe, sondern sind unregelmäßig, oft fast zweireihig angeordnet. Das Ostiolum ist ganz typisch entwickelt und zeigt sogar ganz deutliche Periphysen. Auch die übrigen Eigenschaften sind sämtlich typisch nectriaartig.

Die Pflanze muß als *Nectria stellulata* (Koord.) v. H. bezeichnet werden.

Sie ist nahe verwandt mit *Nectria peristomata* A. Zimm. (Zentralbl. f. Bakt. u. Paras., 1902, VIII, p. 478, Fig. 9), nur stehen hier die Anhängsel in einer Reihe näher dem Ostiolum.

2 *Neohenningsia brasiliensis* P. Henn. (Hedwigia, 1908, 48. Bd., p. 102).

Die Untersuchung des Originalexemplars dieser Art in Rehm, Ascomyceten Nr. 1761, zeigte mir, daß dieselbe ganz ähnlich gebaut ist wie die vorige Art. Das Ostiolum ist ganz deutlich und zeigt sehr schön die radial angeordneten Periphysen. Die aus in einer Ebene verwachsenen Hyphen bestehenden spitz schuppenförmigen Anhängsel stehen nicht an der Basis des Peritheciums, sondern oben, unregelmäßig angeordnet, zum Teil nahe dem Ostiolium. Die Sporen sind aber einzellig mit vier Öltröpfchen. Der Pilz ist daher eine Nectriacee und kann als *Nectriella* oder *Calonectria* aufgefaßt werden, je nachdem man die Sporen als einzellig oder vierzellig deutet.

Nectria- und *Nectriella*-Arten mit ähnlichen schuppenartigen Anhängseln der Perithecien sind mehrere beschrieben. Außer der oben genannten *Nectria peristomata* A. Zimm. gehören hierher *Nectriella setulosa* Penz. et Sacc. (Syll. XIV, p. 623) = *Nectria leucotricha* Penz. et Sacc. (Syll. XIV, p. 638), *N. albofimbriata* Penz. et Sacc., ibid., *N. Musae* Pat. (Sacc., Syll. XIV, p. 639), *N. sylvana* Mouton (Sacc., Syll. XVI, p. 576), *N. leucocoma* Starb., ibid., *N. caesariata* Pat. (Sacc., Syll., XVII, p. 790), *N. Placenta* v. H. (Denkschr. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., 1907, 83. Bd., p. 19) und *N. suffulta* B. et C. (Sacc., Syll. II, p. 502).

Nach dem Gesagten muß die Gattung *Neohenningsia* völlig gestrichen werden.

294. Über einige Meliola-Arten bewohnende Nectriaceen.

Auf Blättern, und zwar stets auf dem Mycel von *Meliola*-Arten parasitierend, sind eine Anzahl von Nectriaceen mit gelblichen oder rötlichen, kleinen, mehr weniger hyalin behaarten Perithecien und kleinen, hyalinen, mit vier Öltröpfchen versehenen, zuletzt oft zwei- bis vierzelligen Sporen beschrieben worden. Diese in verschiedenen Gattungen stehenden Formen sind einander sehr ähnlich. Es ist zu vermuten, daß sie alle nur Varietäten einer und derselben sehr variablen Art sind. Es sind folgende:

1. *Calonectria leucorhodina* (Mont.?) Speg. (S. S. II, 548, und IX, 983).
2. *C. guarapiensis* Speg. (S. S. IX, 983).
3. *C. inconspicua* Wint. (S. S. IX, 984).
4. *C. tubaraoënsis* Rehm (S. S. XVI, 596) = *Nectria byssiseda* Rehm (S. S. XVII, 795).
5. *Nectria sensitiva* Rehm (S. S. XVI, 576).
6. *N. pipericola* P. Henn. (S. S. XVII, 795).
7. *Nectriella aureola* Wint. (S. S. IX, 970).

Bei einigen dieser Formen werden die Perithecien als kahl beschrieben *(C. leucorhodina, tubaraoënsis)*; allein diese in einem weißen Subiculum wachsenden Formen sind niemals eigentlich kahl. Daher verschiedene Widersprüche. Während Spegazzini die *C. guarapiensis* als locker behaart beschreibt, sagt Rehm (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. 195), daß sie kahl ist. Letzterer hält es für fraglich, ob *C. guarapiensis* Speg. nicht identisch mit *C. leucorhodina* ist. Ich finde Rehm's Exemplar von *Nectria byssiseda* locker hyalin behaart, während er sie als kahl beschreibt. Ebenso variieren die Sporengrößen und daher auch die der Asci. Nach Spegazzini hat *C. guarapiensis* 8 bis 10 = 2 bis $2^1/_2$ μ große Sporen, Rehm gibt aber für diese Art 15 bis 18 = 3 μ große Sporen an. Ich finde sie an Rehm's Exemplar, Asc. exs. 1379, 14 bis 17 = $3^1/_2$ bis 4 μ groß. Äußerlich sehen sich alle diese Arten fast gleich; die Farbe der Perithecien wechselt aus dem Gelblichen ins Fleischfarbene, manchmal an demselben Exemplar. Kurz, wenn man die vielen

Widersprüche, die große Variabilität, die Ähnlichkeit der Diagnosen miteinander, die ganz gleiche Lebensweise, also einfach alle Momente ins Auge faßt, so gelangt man zur Überzeugung, daß die genannten Arten wahrscheinlich nur Formen einer Art sind.

Wie man sieht, stehen diese Formen in drei verschiedenen Gattungen, je nach dem Entwicklungszustand der Sporen. Ist der Pilz weniger gut entwickelt, so sind die Sporen einzellig mit vier Öltröpfchen *(Nectriella)*, später können eine *(Nectria)* oder drei Querwände *(Calonectria)* auftreten.

Alle diese Verhältnisse bringen es mit sich, daß es unmöglich ist, eine hierher gehörige Form mit Sicherheit zu bestimmen, was zur fortgesetzten Aufstellung von wertlosen neuen Arten führt.

Es sei daher eine von mir bei Buitenzorg auf einer auf dem Grase *Anthistiria gigantea* wachsenden *Meliola* sp. schmarotzende Form, die offenbar in den Formenkreis der obigen Arten gehört, beschrieben, aber nicht benannt.

Die trocken ocker-, fast orangegelben, einsinkenden, undeutlich kleinzelligen, frisch gelblichen, kugeligen, 100 bis 120 μ breiten Perithecien sitzen in einem weißen, aus 2 bis 3 μ breiten Hyphen bestehenden, körnig-kleiigen Subiculum. Sie sind mit von unten nach oben kürzer werdenden, hyalinen, verbogenen, meist einzelligen, bis 40 ≂ 2 bis 3 μ großen Haaren locker besetzt. Nach unten gehen die Haare allmählich in das Subiculum über. Das sehr kleine, ganz flache Ostiolum sitzt auf einer 24 μ breiten, aus sehr kleinen, konzentrisch angeordneten Zellen bestehenden Scheibe, die oft von ganz kurzen Haaren kranzartig umgeben ist. Paraphysen fehlend oder undeutlich. Asci sitzend, spindelig-keulig, zartwandig, 26 bis 28 ≂ 7 bis 8 μ, achtsporig. Sporen länglich-spindelig, einzellig, mit vier Öltröpfchen, oder vierteiligem Plasma, an den Enden stumpflich, 9 ≂ 2 bis 3 μ.

Die Form würde am besten zu *Nectria pipericola* P. Henn. stimmen. Doch sind Hennings' Beschreibungen ganz unzuverlässig. In der Tat zeigte der Vergleich mit dem Originalexemplar aus dem königl. Herbar in Berlin, daß beide Pilze einander zwar sehr nahe stehen, aber doch verschieden sind (siehe diese

Fragmente Nr. 299). *Nectria pipericola* hat einen am Rande der Mündungsscheibe stehenden unterbrochenen Kranz von blasigen Haaren, während bei der in Rede stehenden Form die obersten Haare zwar kurz sind und öfter auch die Mündungsscheibe kranzartig umgeben, jedoch sind sie derbwandig, zylindrisch und nicht blasig.

295. Paranectria imperconspicua n. sp.

Perithecien vereinzelt oder gruppenweise, kugelig, gelblich, 50 bis 100 μ breit, oberflächlich, frei, weichhäutig, ohne deutliches Ostiolum. Peritheciumembran 6 bis 10 μ dick, aus 2 bis 5 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut, außen mit dickwandigen, einzelligen, spitzen oder stumpflichen, hyalinen Haaren oder Borsten locker besetzt. Haare am oberen Teile des Peritheciums steif, 30 bis 40 × 4 bis 5 μ groß, am unteren 50 bis 80 × 4 bis $5^1/_2$ μ groß, schlaffer, verbogen. Lumen nur an der Basis der Haare breit, oben dünn bis fehlend. Paraphysen dünnfädig, oben verzweigt, spärlich, stellenweise fehlend; Asci kurzkeulig, sitzend oder kurz gebogen gestielt, oben abgerundet und mäßig dickwandig, 36 bis 44 × 16 bis 21 μ, zwei- bis sechssporig. Sporen zwei- bis dreireihig im Ascus, hyalin, spindelförmig, beidendig spitz und mit 3 bis 4 × 1 μ großen, stumpfen Anhängseln versehen, vierzellig, 16 bis 24 × 6 bis 7 μ, an den Querwänden nicht eingeschnürt, die zwei mittleren Zellen länger als die Endzellen.

Spärlich auf den Stromaten von *Discodothis Filicum* v. H. auf der Blattunterseite eines Farnbaumes im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Auf den Stromaten sitzt der Pilz meist in kleinen Herden. Er ist infolge seiner Kleinheit nur schwer zu sehen. Obwohl kein deutliches Ostiolum vorhanden ist, gehört er in die Gattung, da alle anderen Merkmale gut stimmen und kleinere Formen oft undeutliche Ostiola haben.

296. Über Paranectria juruana P. Henn.

Der Pilz wurde in Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 245, in nicht sehr kenntlicher Weise beschrieben und auf Taf. IV, Fig. 8 abgebildet. Der Pilz schmarotzt auf der *Rosellinia Miconiae* (P. H.) v. H.

Er besitzt selbst ein dünnes, gelbliches, plektenchymatisch-faseriges Stroma, auf dem die Perithecien traubig gehäuft und zum Teil verwachsen, meist zu etwa fünf bis zwölf sitzen. Sie sind kugelig, trocken wachsgelblich und etwas einsinkend, fleischig und etwas durchscheinend, bis über 200 μ breit, außen rauh, zum Teil von zahlreichen kurzen, bis 15 = $3^1/_2$ μ großen, stumpfen, hyalinen Haaren und Hyphenenden. Das Gewebe der Perithecienmembran ist undeutlich zellig; Zellen dickwandig, abgerundet polygonal, meist 5 bis 7 μ breit. Das Ostiolum ist undeutlich. Das Stroma steht häufig am Rande des Perithecienhaufens etwas vor und ist daselbst kurzfaserig.

Paraphysen zahlreich, dünnfädig, verzweigt und die Asci überragend. Die keuligen, kurzstieligen Asci sind meist 60 bis 80 = 10 μ groß. Die hyalinen, stets vierzelligen Sporen sind elliptisch-spindelförmig, 10 bis 14 = 5 bis $5^1/_2$ μ groß und beidendig mit einer gekrümmten, derben, 4 bis 6 μ langen Cilie versehen. Die Sporen liegen im Ascus meist schief einreihig.

Man erkennt die Abweichungen von der Originaldiagnose.

Der Pilz hat mit *Berkelella stromaticola* (P. Henn.) v. H. (siehe diese Fragmente Nr. 297) keine nähere Verwandtschaft und kann daher mit derselben nicht in dem Subgenus *Paranectriella* vereinigt werden, wie dies Hennings tut.

Als Nebenfruchtform gehört zu *Paranectria juruana* eine merkwürdige staurospore Tuberculariee: *Araneomyces acariferus* n. g. et sp., die weiter unten (Nr. 348) beschrieben ist.

297. Über Paranectria stromaticola P. Henn.

Zur Richtigstellung und Vervollständigung der Angaben des Autors in Engler's Bot. Jahrb. 1905, 34. Bd., p. 50, mögen die nachfolgenden Bemerkungen dienen.

Der Pilz schmarotzt auf den Stromaten von *Polystomella nervisequia* v. H. (siehe diese Fragmente Nr. 318), die meist völlig entwickelt sind.

Zu demselben gehört sicher als Nebenfruchtform eine eigentümliche, kleine, weißliche, gelatinöse, neben den Perithecien der *Paranectria* ebenso auf den Stromaten parasitierende Tuberculariee (?), deren Bau mir nicht klar wurde,

die aber wahrscheinlich in die Nähe von *Illosporium* gehört; bekanntlich treten *Illosporium*-Arten als Nebenfruchtformen von Nectriaceen auf.

Die Perithecien der *Paranectria stromaticola* sind trocken schmutziggelblich, naß durchscheinend weiß. Sie sind kugelig, 225 bis 350 μ breit und zeigen oben eine bis 50 bis 80 μ breite, kahle, rundliche Mündungsscheibe, die undeutlich kleinzellig ist. Die Perithecienmembran besteht aus 3 bis 4 μ breiten, polyedrischen, dickwandigen Zellen. Der obere Teil der Perithecien ist mit einzelligen, dickwandigen, stumpfen, hyalinen, verbogenen und verfilzten, bis 80 × 4 μ großen Haaren bedeckt. Nach unten gehen diese Haare in ein spinnwebiges, weißes Subiculum über, das aus zartwandigen, 3 bis 4 μ breiten, stark verzweigten Hyphen besteht. Die Perithecien stehen einzeln oder in kleinen Gruppen auf den Stromaten.

Die Paraphysen sind fädig, verzweigt, sehr zahlreich und die Asci stark überragend. Asci sitzend, derbwandig, dickkeulig, oben abgerundet, zwei- bis dreireihig-achtsporig, 60 bis 80 × 16 μ. Die hyalinen Sporen sind keulig spindelförmig und, wenn gut entwickelt, sechszellig, doch findet man auch vier- bis fünfzellige. Die oberste Zelle stellt eine 3 bis 4 × 1·5 μ große, stachelartige Spitze vor; die drei folgenden Zellen bilden den etwa 20 × 8 μ großen, ei-spindelförmigen Körper der Spore, die unten einen zweizelligen, spitzen, stachelförmigen, etwa 18 × 2 μ großen Fortsatz trägt. Die Gesamtlänge der Spore wechselt von 30 bis 44 μ.

Man sieht, daß der Pilz seiner Sporenform nach und wegen des gut entwickelten Subiculums keine *Paranectria* ist und daß Hennings' Beschreibung der Sporen nicht richtig ist. Wirkliche Sporenanhängsel besitzt der Pilz nicht.

Er paßt viel besser in die Gattung *Berkelella* und hat daher *Berkelella stromaticola* (P. Henn.) v. H. zu heißen.

298. Über **Paranectria? albolanata** Speg.

Diese von Spegazzini als fraglich in die Gattung gestellte Art ist von demselben ausführlich, aber unrichtig beschrieben worden (Sacc., Syll. IX, p. 987).

Nach Rehm (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. 198) sollen die Sporenanhängsel doch bloß durch Keimung der Sporen entstandene Fortsätze, also Keimfäden zu sein scheinen; er ist daher geneigt, den Pilz als *Calonectria* zu betrachten. Die Untersuchung des Originalexemplars aus Balansa, Plant. de Parag. Nr. 3832, zeigte mir aber, daß dies nicht der Fall ist. Die spindelförmigen, bis 48 ≃ 12 μ großen Sporen zeigen stumpfe, solide Membranfortsätze. Der Pilz kann daher nur als *Paranectria* aufgefaßt werden.

Der Pilz hat ein etwa 200 μ dickes, aus derbwandigen, polyedrischen, 5 bis 6 μ großen Zellen aufgebautes, längliches, schmales, blasses Stroma, das sich unter der Epidermis entwickelt, hervorbricht und dann die darauf sitzenden Perithecien bildet, deren Membran aus polyedrischen, dickwandigen, 4 bis 6 μ breiten Zellen besteht. Die dichtstehenden, sehr langen Wollhaare sind derb- bis dickwandig und deutlich septiert; sie bedecken dicht die Perithecien, finden sich aber auch auf dem Stroma, in dem kleinere Perithecien auch eingesenkt auftreten können, während die größeren freistehen.

Die Asci finde ich bis 120 ≃ 27 μ groß. Die Sporen stehen zwei- bis dreireihig und sind an den Querwänden nicht eingeschnürt. Paraphysen sind sehr gut entwickelt, zahlreich und dünnfädig, die Asci überragend.

Vergleicht man diese Angaben mit denen Spegazzini's, so sieht man, daß seine Beschreibung ganz verfehlt ist. Er beschreibt die Perithecien als kahl und glatt, während sie ganz dicht lang behaart sind. Er glaubte, daß die Wollhaare nur am Stroma sitzen und die Perithecien verbergen.

299. Über Nectria (Hyphonectria) pipericola P. Henn.

Die Art ist nach der Originalbeschreibung (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 244) kaum zu bestimmen, da die charakteristische Haarbekleidung nicht gekennzeichnet ist.

Die Perithecien sind bis 110 μ breit, eiförmig; sie zeigen oben einen 30 bis 35 μ breiten, kahlen Mündungskegel, der von einem unterbrochenen Kranze von hyalinen, meist stumpfen, blasigen, einzelligen, meist in kleinen Gruppen stehenden, bis 14 ≃ 10 μ großen Haaren umgeben ist. Ähnliche Haare finden

sich zerstreut auch weiter unten. An der Basis finden sich kriechende Hyphen. Die Asci sind sitzend, sehr zartwandig, bis 26 ≍ 8 μ; Paraphysen vorhanden, verschleimend.

300. **Hypocrella bispora** n. sp.

Stromata oberflächlich, zerstreut, aus dem umbrabraunen mattschwarz, dick schildförmig, in der Mitte gebuckelt, 1·5 *mm* dick, am stumpfen, abgerundeten, freien, etwa 1 *mm* dicken Rande etwas wulstig, rundlich, wenig länger als breit, 4 bis 5 *mm* lang, mit bis auf 1·5 *mm* verschmälerter Basis einer das Stroma nicht überragenden, weißlichen, in der Mitte bis 100 μ dicken, leicht ablöslichen Basalmembran aufsitzend. Ostiola rundlich, flach, nicht vorstehend, 20 bis 25 μ breit.

Stromagewebe innen blaß, hart, lufthaltig, aus bis 8 μ breiten, dickwandigen, plektenchymatisch verflochtenen, nicht gelatinösen Hyphen bestehend. Perithecien in einer peripherischen Schichte ganz eingesenkt, ziemlich dichtstehend, mit hyaliner, 12 bis 16 μ dicker Wandung, aus dem Eiförmigen flaschenförmig, 220 bis 280 μ hoch, 110 bis 120 μ breit, Hals bis 120 μ lang, selten fehlend und dann die Perithecien 160 ≍ 95 μ groß, Paraphysen fehlend. Asci zylindrisch, oben abgerundet, 120 bis 140 ≍ 4 bis 5 μ, meist nur zweisporig. Sporen fädig, von Ascuslänge, schon im Ascus in 4 bis 6 ≍ 1·5 μ große, zylindrische Glieder zerfallend.

An beiden Blattseiten von *Pinanga* sp. (jedenfalls auf Schildläusen) in Urwäldern am Salak bei Buitenzorg, Java, leg. Schiffner, 1893, 800 *m* s. m.

Eine durch Form und Farbe der Stromata sowie die, wie es scheint, wenigstens meist nur zweisporigen Asci sehr ausgezeichnete ganz typische *Hypocrella*.

Die meisten *Hypocrella*-Arten haben hellgefärbte Stromata. Etwas dunkler gefärbte Stromata haben nach den Diagnosen *H. juruana* P. Henn. (S. S. XVII, 817, rotbraun); *marginalis* P. Henn. (XVII, 818, kastanienbraun); *verruculosa* A. Möll. (S. S. XVI, 604, gelbbraun); *semen* Bres. (S. S. XI, 367, rotbraun); *Gardeniae* P. Henn. (XI, 368, blaßbraun); *obconica* P. Henn. (XI, 368, graubraun); *Palmae* (Schw.) (S. S. II, 581, rotbraun) und *Bambusae* (B. et Br.) (S. S. II, 581, braun).

Mehr weniger schwarze Stromata haben *H. panici* Mass. (S. S. XVI, 603); *filicina* Rehm (XVI, 603); *axillaris* Cooke (XI, 367); *Glaziovii* P. Henn. (XI, 368); *?guaranitica* Speg. (IX, 1002) und *globosa* Syd. (Ann. myc., V, 359).

Alle diese Arten sind von der neubeschriebenen gänzlich verschieden.

301. Penzigia Schiffnerii n. sp.

Stroma sitzend, flachkugelig, an der Basis eingezogen, 27 *mm* breit, 13 *mm* hoch, schmutzig bräunlich, im Alter schwärzlich, matt, glatt; Kruste brüchig, kohlig, 350 bis 450 μ dick, außen regelmäßig netzig-gefeldert. Netzmaschen fünf- bis sechseckig, 330 bis 500 μ breit, grau- oder gelbbräunlich, im Alter schwärzlich, kaum vorspringend, in der Mitte heller. Ostiola klein, halbkugelig, auf 1 bis 2 *mm* weit voneinander entfernten, sehr kleinen flachen Warzen sitzend. Perithecien innen der Kruste ansitzend, kantig-eiförmig, mäßig derbwandig, brüchig, 2 *mm* hoch, 1·8 *mm* breit, schwarz. Die Ansatzstellen der Perithecien erscheinen an der Innenseite der Kruste in Form von schneeweißen, in einer Vertiefung sitzenden, 150 bis 200 μ breiten Scheiben. Inneres Stromagewebe weich, schwammig, grob radialfaserig, nicht gezont oder geschichtet, aus dicken, zartwandigen Hyphen bestehend. Asci aufgelöst. Sporen schwarz, opak, zylindrisch-spindelförmig, an den Enden spitzlich oder stumpflich, 26 bis 36 ≃ 6·5 bis 9 μ, gerade oder schwach gekrümmt.

Zwischen den Sporen findet man hyaline, tonnenförmige, zirka 7 ≃ 5 μ große Zellen, die oft kettenartig verbunden sind und wahrscheinlich von den Paraphysen herrühren.

An morschen Stämmen (?). Java, Batavia, am Pantjarberge, 400 *m*, leg. V. Schiffner, 1893.

Leider liegt der charakteristische Pilz nur in einem einzigen fast überreifen Exemplar vor. Er ist eine ganz typische *Penzigia*, die äußerlich einer *Daldinia* gleicht, aber ein weiches, weißliches, radialfaseriges, nicht gezontes Fleisch besitzt. Auch die Ostiola, welche kaum vorspringen und sehr klein sind, sind typische *Penzigia*-Ostiola.

Die dünne Kruste ist ziemlich weichkohlig, trocken sehr brüchig, feucht jedoch ziemlich biegsam. Das Gewebe derselben ist sehr kleinzellig parenchymatisch. Die äußerste dünne Schicht ist graubräunlich, weich und läßt sich leicht wegschneiden. Sie zerfällt dann in lauter fünf- bis sechsseitige, geradlinig begrenzte Täfelchen. Die ganze Kruste ist anscheinend aus solchen fest miteinander verwachsenen Täfelchen zusammengesetzt. Diese scheinen den ursprünglichen Peritheciumanlagen zu entsprechen, von welchen jedoch die meisten verkümmern und resorbiert werden. Die Perithecien sitzen in einer Lage der Kruste innen auf und stehen ziemlich locker. Das fleischige lockere Innengewebe des Stromas ist ganz scharf von der Kruste und den Perithecienwandungen geschieden.

Die Art ist von allen bisher bekannten Xylarieen sicher verschieden und durch die Struktur der Kruste sehr charakteristisch. Am ähnlichsten scheinen zu sein *Penzigia compuncta* (Jungh.) und *P. fusco-areolata* Rehm (Ann. mycol., 1907, V, p. 527). Diese haben aber viel kleinere Sporen. Über die Synonymie der letztgenannten, oft beschriebenen Art siehe Theyssen in Ann. mycol., 1908, VI, p. 533.

302. Über **Auerswaldia Miconiae** P. Henn.

Dieser in Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 253, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar in E. Ule, Appendix Mycoth. brasil. Nr. 27, eine *Rosellinia* aus der Section *Tassiella*. Er muß *Rosellinia (Tassiella) Miconiae* (P. Henn.) v. H. heißen.

Die Perithecien sind unregelmäßig kugelig, oben flach, meist mit Mündungspapille, sehr dickwandig, kohlig, grobzellig, außen unregelmäßig warzig-rauh, schwarz, 300 bis 350 ≈ 250 bis 300 μ. Sie stehen meist auf der Blattunterseite in kleinen, rundlichen Rasen, oberflächlich, auf einem dünnen, stromatischen Gewebe, das sich in der Epidermis und unter derselben entwickelt, frei oder zu mehreren verschmelzend.

Paraphysen zahlreich, dünnfädig. Asci cylindrisch, unten in einen kurzen, dicken Stiel verschmälert, 100 ≈ 8 μ, einreihigachtsporig; Sporen elliptisch-länglich, einzellig, sehr lange hyalin bleibend, endlich zum Teil schwarz werdend, mäßig derbwandig, 11 bis 13 ≈ 6 bis 7 μ.

Es ist völlig unverständlich, daß dieser Pilz als *Auerswaldia* beschrieben werden konnte.

303. Über Paidania Melastomacearum Racib.

Da ich von diesem jüngst (Bullet. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 390) beschriebenen merkwürdigen Pilze durch die Güte des Autors ein Originalexemplar besitze, war ich in der Lage, mir ein authentisches Urteil über denselben zu bilden.

Nach Raciborski soll der Pilz kleine Gallen bilden und mit *Venturia* nächst verwandt sein, was mir schon nach der Originalbeschreibung unwahrscheinlich schien.

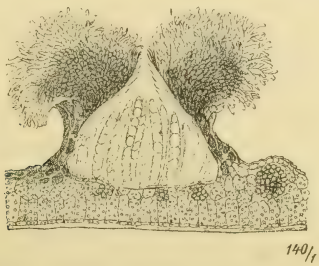


Fig. 1. *Paidania Melastomacearum* Racib.

Medianschnitt eines Peritheciums (140/1). Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese.

An der Blattunterseite sieht man einige Millimeter breite, von den Nerven eckig begrenzte Stellen, an welchen die halb hervorbrechenden Perithecien des Pilzes dichtgedrängte, violettgraue, filzige Wärzchen bilden. Die Perithecien entstehen einige Zellschichten unter der Epidermis der Blattunterseite, etwa an der Grenze zwischen dem Schwamm- und Palisadenparenchym des Blattes. Häufig sitzen sie auf den die Blattmitte durchziehenden Gefäß- und Faserbündeln. Sie sind mehr minder konisch, mit flacher, etwa 220 bis 300 μ breiter Basis und bis 260 μ hoch. Das rundliche, scharf begrenzte Ostiolum wird von parallelen, kurzen, dünnen, braunen Hyphen gebildet und ist etwa

16 μ breit. Die Perithecien brechen bis etwa zur Hälfte hervor und heben dabei die deckenden Zellschichten des Blattes konisch empor, welche denselben bis zur Mitte fest anliegen. Die innere, im Blattgewebe eingeschlossene Hälfte der Perithecien hat eine ganz dünne, aus zusammengepreßten Hyphen bestehende, hyaline oder sehr blasse und oft fast fehlende Perithecienmembran. Die äußere, freie Hälfte der Perithecien besitzt eine sehr dicke, scharf abgesetzte Membran, welche schwarzbraun-parenchymatisch ist und um das kleine Ostiolum eine oben flache, unten konvexe oder konische, drei- bis fünflappige Krone bildet. Die Breite dieser Krone beträgt 450 bis 500 μ, ihre größte Dicke 100 bis 120 μ. Sie erscheint im Medianschnitt im allgemeinen obkonisch, doch sind die Lappen häufig zurückgebogen. Diese Krone besteht aus radial gereihten, sehr dickwandigen Parenchymzellen, deren Mittellamelle braun, deren Verdickungsschichten hyalin sind. Nach obenhin wird aber das Gewebe ganz hyalin, die Zellen strecken sich und bilden schließlich an der Oberfläche der Krone einen dichten Samt, der aus radial angeordneten, dickwandigen, kurzen, spitzen oder stumpfen, geraden oder verbogenen, meist hyalinen, seltener bräunlichen Hyphenenden und Borsten besteht. Letztere sind etwa 20 bis 40 μ lang und 6 μ breit. Merkwürdig ist nun, daß sich das Gewebe der ganzen Krone mit Jod schön blau färbt, während die innere Hälfte des Peritheciums samt dem Nucleus sich gelb färbt.

Der Bau des Nucleus entspricht der Gattung *Physalospora*. Die Periphysen sind im oberen Teile des Peritheciums und im Ostiolum gut entwickelt. Die Paraphysen sind lang, zahlreich und verschleimen schließlich ganz. Die kugeligen oder meist ovalen, sehr zartwandigen Sporen haben einen gleichmäßig feingranulierten Inhalt und entsprechen daher ganz den Sporen von *Physalospora*. Sie liegen im Ascus einreihig und sind häufig quergestellt. Von einer Gallenbildung ist nichts zu sehen. Zwischen den Hyphen der Krone ist auch keine Schleimgallerte zu sehen. Im übrigen stimmen Raciborski's Angaben.

Es ist kein Zweifel, daß der Pilz zunächst mit *Physalospora* verwandt ist. Der Hauptunterschied liegt in der ganz hervorbrechenden eigentümlichen Krone der Perithecien.

Ein verwandter, auch javanischer Pilz ist jedenfalls *Rinia spectabilis* Penz. et Sacc. (Icon. fung. Javan., 1904, p. 5, Taf. III, Fig. 3), doch habe ich ihn nicht gesehen.

In mancher Beziehung erinnert der Pilz auch an die Ostropeen, doch wird er seine richtige Stellung neben *Physalospora* und *Rinia* haben.

304. Über Pseudotthia Vaccinii P. Henn. et E. Nym.

Dieser am Gipfel des Pangerango auf Java auf den Blättern von *Vaccinium varingiifolium* häufige Pilz wurde in Monsunia, I, p. 69, Taf. V, Fig. 13, beschrieben und abgebildet. Die Autoren geben an, daß die Perithecien schwarz und hervorbrechend sind, und erwähnen nicht das charakteristische, stets mit den Perithecien verbundene Conidienstadium. Tatsächlich entstehen die meist graulich bestäubten Perithecien oberflächlich, auf einem vorher hervorbrechenden Stroma, seitlich einem zur Gattung *Strumellopsis* (siehe diese Fragmente, Nr. 349) gehörenden Conidienstroma angewachsen. Offenbar haben sie das die Mitte des Pilzes einnehmende schwarze, fast kugelige Conidienstroma für ein Perithecium gehalten.

Die Entwicklung des Pilzes ist die folgende. An beiden Blattseiten finden sich 1 bis 1·5 *mm* breite, rundliche, unscharf begrenzte, bräunliche oder rötliche Flecke, in deren Mitte in und unterhalb der Epidermis ein dünnes, kleinzelliges, schwarzes, zirka 200 μ breites Stroma entsteht; dieses bricht nun durch die Epidermis hervor und bildet einen halbkugeligen, festsitzenden, 400 bis 500 μ breiten, 260 μ hohen Körper, der ganz parenchymatisch aufgebaut ist. Im unteren Teile dieses Körpers stehen die Zellen in senkrechten, etwa 5 bis 6 μ breiten Reihen, im oberen sind sie unregelmäßig angeordnet und 10 bis 12 μ groß. Dieser rundliche Stromakörper ist nun ringsum mit geraden oder verbogenen, septierten, einfachen oder wenig verzweigten, oben oft rauhen, 20 bis 50 × 6 bis 10 μ großen Conidienträgern bedeckt, deren Endzellen als einzellige, rundliche oder elliptische, oft unregelmäßige, 10 bis 16 × 10 μ große Conidien abgeschnürt werden. Alle Teile dieses Conidienpilzes sind schwarz mit einem Stich ins Weinrote oder Violette.

Dieser Conidienpilz entspricht generisch im Baue ganz der *Strumellopsis annularis* (Racib.) v. H. (siehe diese Fragmente, Nr. 349), welche auch auf einer *Vaccinum*-Art lebt, und muß als *Strumellopsis Vaccinii* v. H. bezeichnet werden.

Nach Abwurf der Conidien wird die *Strumellopsis* glatt und schwach glänzend und sieht dann einem Perithecium ähnlich.

Aus demselben Basalstroma nun entwickeln sich unmittelbar um das rundliche Conidienstroma herum einige meist graulich bestäubte, 400 bis 300 μ große Perithecien, die oft mit dem Conidienstroma verwachsen sind. Diese Perithecien haben eine kohlige, 80 bis 100 μ dicke, aus bis 20 μ breiten, offenen, polyedrischen Zellen bestehende Wandung, die außen rauh ist. Die Asci fand ich bis 130 ≈ 20 bis 25 μ, die Sporen bis 32 ≈ 11 μ groß. Die obere Zelle der Sporen ist etwa halb so lang als die untere. Das Ostiolum wird schließlich 60 bis 80 μ breit.

Die von Hennings (Monsunia, I, p. 69) zwischen *Otthia* und *Pseudotthia* angegebenen Unterschiede haben gar keine generische Bedeutung. Nach Hennings' Angaben wären die beiden Gattungen voneinander nicht verschieden. Daß die *Otthia*-Arten auf Zweigen wachsen, während *Pseudotthia* auf Blättern auftritt, ist gleichgültig, da in den Tropen viele blattbewohnende Pilze vorkommen, deren Gattungen man in Europa nur als Zweigbewohner kennt.

Will man daher die Gattung *Pseudotthia* aufrecht erhalten, so muß man das *Strumellopsis*-Conidienstadium der Charakteristik derselben einverleiben. In diesem Sinne scheint mir *Pseudotthia* eine gute Gattung zu sein, mit wenigstens zwei Arten.

305. Über Myocopron Euryae Rac.

Da bei diesem in Bulletin Académie Cracovie, 1909, p. 377, beschriebenen Pilze, wie der Autor angibt und die Untersuchung eines Originalexemplars tatsächlich erwies, die Perithecien unter der Epidermis eingewachsen sind, kann es sich nicht um eine Microthyriacee handeln. Die Untersuchung zeigte, daß der Pilz in die Gattung *Physalospora* gehört. Er hat demnach *Physalospora Euryae* (Rac.) v. H. zu heißen. Von

Laestadia Camelliae (Cooke) B. et V. (Sacc., Syll., IX, p. 583) ist derselbe jedenfalls verschieden. Hingegen dürfte letztere Art mit *Laestadia Theae* Rac. (Parasit, Algen und Pilze Javas, I, p. 16) identisch sein, was noch durch Vergleich der Originalexemplare näher festzustellen wäre.

306. Koordersiella n. gen. (Sphaeriaceae).

Perithecien ganz oberflächlich, weich, kohlig-lederig-fleischig, mit deutlichem Ostiolium. Asci keulig. Paraphysen vorhanden. Sporen hyalin, mit mehreren Querwänden.

Diese neue Gattung zeigt mit mehreren anderen nahe Verwandtschaft; ihre Aufstellung scheint mir aber doch notwendig.

Sie umfaßt zweifellos zunächst einige Arten der Gattung *Winterina* Sacc. (Syll. Fung., XIV, p. 589). Diese Gattung wurde auf Grund jener *Winteria*-Arten aufgestellt, welche nicht mauerförmig geteilte, sondern nur quergeteilte Sporen besitzen.

Diese Gattung enthält aber zweierlei voneinander gänzlich verschiedene Elemente. Als Typus der Gattung *Winterina* muß *W. tuberculifera* (E. et Ev.) Sacc. gelten, da diese Art von Saccardo zuerst in der Gattung aufgeführt wird. *W. tuberculifera* ist aber, wie ich gefunden habe, ein Pilz, dessen Peritheciennucleus ganz so wie bei *Diaporthe* und *Gnomonia* gebaut ist und dessen Verwandtschaft bisher gänzlich verkannt wurde (siehe Revision von 292 der von Feltgen aufgestellten Ascomycetenformen, in diesen Berichten, 115. Bd., 1906, p. 1215 und 1255). Die anderen *Winterina*-Arten haben Paraphysen und mit *W. tuberculifera* gar nichts zu tun. Sie werden wenigstens zum Teil zu *Koordersiella* gehören.

Auch die Arten der nahe verwandten Gattung *Zignoëlla* zerfallen in zwei Gruppen. Die zahlreichen typischen *Zignoëlla*-Arten haben brüchige kohlige Perithecien und sind Saprophyten, die übrigen sind Epiphyten oder Parasiten und haben lederige schneidbare Perithecien (siehe die Fragmente, VI. Mitt., 1909, Nr. 229). Letztere sind mit *Koordersiella* verwandt und könnten vielleicht in diese Gattung gestellt werden; sie würden aber in derselben eine eigene Gruppe bilden.

Pseudomeliola Spegazzini ist augenscheinlich auch mit *Koordersiella* verwandt, hat aber kohlige Perithecien, einen dünnen häutigen Hypothallus und zylindrisch-fädige, einzellige, grünliche Sporen (Sacc., Syll., IX, p. 938).

Perisporiopsis P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 83) unterscheidet sich durch das stark entwickelte, krustenförmige Mycel. Die Gattung wird von Hennings mit Unrecht zu den Periosporiaceen gestellt, da ein deutliches Ostiolum vorhanden ist.

Von der Gattung *Calonectria* unterscheidet sich *Koordersiella* durch die schwarzen, außen kohligen Perithecien.

Koordersiella wird zu den echten Sphaeriaceen neben *Zignoëlla* zu stellen sein.

Sie wurde nach dem vortrefflichen javanischen Dendrologen und Mykologen Dr. S. H. Koordens benannt.

Koordersiella javanica n. sp.

Perithecien stets einzeln stehend, sehr zerstreut, schwarz, Membran außen etwas kohlig, innen fleischig-lederig, schneidbar niedergedrückt-kugelig, fast scheibenförmig, 170 bis 240 μ breit, 120 μ hoch, außen von vorstehenden schwarzen, dünnwandigen, außen stark verdickten, 12 μ breiten Zellen warzig rauh. Ostiolum ganz flach, 16 μ breit, von einer rundlichen, helleren, 40 bis 50 μ breiten, glatten Zone umgeben. Peritheciumwandung vielschichtig, innere Schichten farblos, aus zusammengepreßten Zellen, äußere schwarz, aus offenen Zellen bestehend. Wanddicke oben 20 bis 25 μ, unten 15 μ, seitlich 40 bis 45 μ. Asci dünnwandig, ungestielt, in der Mitte am breitesten, spindelig-keulig, oben stumpflich und etwas dickwandiger, vier- bis achtsporig, 42 bis 45 × 17 μ. Paraphysen zahlreich, dick, länger als die Asci, verschleimend. Sporen zwei- bis dreireihig, zartwandig, gerade oder kaum gekrümmt, zylindrisch-spindelförmig, beidendig abgerundet oder kurz zugespitzt und mit aufgesetztem kurzen Spitzchen, hyalin, vier- bis achtzellig, 24 bis 28 × 4 bis 6 μ. Die Perithecien sitzen meist auf einer sehr zarten, kreisförmigen, fast hyalinen, verschieden breiten Basalmembran (Hypothallus), die aus dünnen zarten Hyphen besteht.

Ohne Fleckenbildung, sehr zerstreut auf der Blattoberseite von *Urostigma Vogelii* in Kulturtuin von Tjeukumeh bei Buitenzorg, Java.

Ein mikroskopisch durch die regelmäßig kleinwarzigen Perithecien sehr hübscher Pilz, der äußerlich an *Molleriella mirabilis* erinnert.

In die Gattung *Koordersiella* werden mit mehr minder großer Sicherheit noch gehören: *Winterina lobata* (Tr. et Earle), *W. acanthostigmoides* Rehm. Von letzterer Art erkannte der Autor die Schwierigkeit der richtigen Einreihung. (S. d. Fragm. 1909, IX. Mitt., Nr. 384, 386.)

307. Über Sphaeria Miconiae Duby.

Dieser in Mémoires soc. Phys. et Hist. nat. de Genève, 1836, VII. Bd., p. 405, Taf. I, Fig. 1, beschriebene Pilz wird von Saccardo, Syll., I, p. 447, vorläufig zu *Physalospora* gestellt.

Nach der Originalbeschreibung hat der Pilz auf der oberen Blattseite von *Miconia calvescens* D. C. zerstreut oberflächlich sitzende, bis über 1 *mm* breite, rundliche, flache, etwa viermal so breite als hohe Stromata von schwarzer Färbung, die etwa 12- bis 15kugelige, oben stumpf vorspringende Perithecien, (angeblich) ohne Mündungen enthalten. Der Peritheciennucleus ist weiß. Die Asci sind dünnwandig und keulig, etwa zehn- bis elfmal so lang wie breit, nach unten allmählich in einen langen dicken Stiel verschmälert, oben spitzlich. Sie enthalten oben vier bis acht in einer Reihe stehende, kugelige Sporen. Die Paraphysen sind sehr zahlreich, einfach, dickfädig und doppelt so lang als die Asci. Die Stromata sitzen einzeln auf kleinen, rötlichen, später vertrocknenden Blattflecken, die zuletzt weiß werden.

Leider fehlen mikrometrische und Angaben über die Farbe der Sporen. Da der Nucleus als weiß bezeichnet wird, werden die Sporen hyalin sein. Da die Stellen, an welchen der Pilz sitzt, absterben, muß er sich aus einem im Blattparenchym vorhandenen Hyphengewebe entwickeln und kann nicht ganz oberflächlich wachsen.

Man ersieht aus diesen Angaben, daß der Pilz keine *Physalospora* sein kann. Wenn die Sporen hyalin sind, und

dies ist wohl sicher der Fall, so kann er nur als *Botryosphaeria* betrachtet werden. Wären die Sporen gefärbt, so müßte er als *Hypoxylon* oder als eine *Rosellinia* mit verwachsenen Perithecien angesehen werden. Jedenfalls muß er aus der Gattung *Physalospora* entfernt werden und mag vorläufig als *Botryosphaeria Miconiae* (Duby) v. H. bezeichnet werden.

Eine Dothideacee scheint der Pilz nach der Abbildung und Beschreibung nicht zu sein, da zweifellos wirkliche Perithecien vorhanden sind. Als Dothideacee könnte er nur als *Hyalodothis* gelten, welche Gattung von *Botryosphaeria*, die ja eine Mittelstellung zwischen den Sphaeriaceen und Dothideaceen einnimmt, übrigens kaum verschieden sein dürfte.

308. Über Otthia ambiens Niessl.

Daß diese Art bei *Otthia* nicht ihre richtige Stellung haben wird, bemerkt schon Winter (Pyrenomyceten in Rabenhorst, Krypt. Fl., II. Aufl., p. 318). Er weist ihr jedoch keine andere an. Die Untersuchung des Originalexemplars in Rabenhorst, F. europ., 2557, zeigte mir nun, daß *Otthia ambiens* eine Massariee ist, deren Perithecien eingewachsen und krustenartig verbunden sind. Sie sind halbkugelig, etwa 600 μ breit und 400 μ hoch, an der flachen Basis dünnwandig, hingegen oben mit derblederiger, 80 bis 100 μ dicker, kleinzellig-parenchymatischer Wandung. Die Mündungspapille ist klein und flach. Schließlich wird das Ostiolium ziemlich groß. Die Sporen erinnern ohne weiteres an die von *Massaria loricata* Tul.; sie haben eine ganz ähnliche Form und Größe. Unzweifelhaft sind *Massaria loricata* und *Otthia ambiens* nahe miteinander verwandt. Allein bei letzterer Art sind die Sporen meist zweizellig. Indessen kommen auch dreizellige vor, indem von der kleineren Zelle durch eine Querwand eine 4 bis 6 μ hohe Kappe abgeschnitten wird. Diese dritte Zelle ist meist dunkel gefärbt und an der reifen Spore schwer zu sehen. An unreifen Sporen ist sie jedoch deutlich nachzuweisen. Mit Rücksicht auf diese nicht seltene Dreizelligkeit der Sporen und die offenbar nahe Verwandtschaft mit *Massaria loricata* wird der in Rede stehende Pilz am besten als *Massaria ambiens* (Niessl) v. H. zu bezeichnen sein. Da die meisten Sporen aber zweizellig sind,

könnte er auch als *Massariella* betrachtet werden; bei dieser Gattung hat er jedoch keinen näheren Anschluß; auch müssen die dreizelligen Sporen als die völlig entwickelten angesehen werden.

309. Über Sphaeria rhodosticta Berk. et Br.

Sphaeria rhodosticta Berk. et Br. (Enumeration of Fungi of Ceylon. Linn. Journ., 1873, XIV, p. 126).

In diesen Fragmenten (VI. Mitt., 1909, Nr. 236) habe ich angegeben, daß *Letendraea atrata* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. Javan., 1904, p. 46, Taf. XXXII, Fig. 3) eine *Neopeckia* ist, die von *Neopeckia rhodosticta* (B. et B.) Sacc. nicht verschieden sein wird. Der Vergleich der Originalexemplare zeigte mir nun, daß beide Pilze makro- und mikroskopisch einander so ähnlich sind, daß man sie nur als Formen derselben Art betrachten kann. Identisch sind jedoch die beiden Exemplare nicht. Die javanischen Exemplare haben 300 μ breite Perithecien, 100 bis 109 ≈ 12 bis 13 μ große Asci und 17 bis 22 ≈ 6 bis $6^1/_2$ μ große Sporen. Die Ceylonexemplare sind 400 μ breit, haben 116 bis 140 ≈ 12 bis 16 μ große Asci und 20 bis 24 ≈ 8 bis $9^1/_2$ μ große Sporen.

Im ganzen und in den einzelnen Teilen gleichen sich beide Pilze makro- wie mikroskopisch so vollkommen, daß sie nur als verschieden üppig entwickelte Formen derselben Art betrachtet werden können. Indessen zeigen beide Pilze ganz nahe Beziehungen zu *Neopeckia diffusa* (Schw.) Sacc. Diese hat nach Ellis und Everhardt, N. Am. Pyrenomycetes, 1892, p. 158, Taf. XXIII, Fig. 1 bis 5, 80 bis 90 ≈ 10 bis 12 μ große Asci und 15 bis 20 ≈ 5 bis 6 μ große Sporen. Diese Form würde der *Letendraea atrata* noch näher stehen. Allein nach Starbäck's Angaben (Bihang till kon. svensk. Akad. Handl., Bd. 19, Abt. III, Nr. 2, p. 30, Taf. II, Fig. 17*a* bis *c*) ist die Sporenform eine stark abweichende. Da Starbäck's sowie Ellis' und Everhardt's Angaben dieselben Exemplare zugrunde lagen, handelt es sich offenbar um eine sehr variable Form. Nach Berkeley und Broome ist *Sph. rhodosticta* der *Sph. rhodomphala* B. nahe verwandt. Letztere Art ist aber nach Ellis und

Everhardt gleich *Neopeckia diffusa* (Schw.). Die als *Letendraea atrata* beschriebene Art stellt nach allem eine Mittelform zwischen *Neopeckia diffusa* und *N. rhodosticta* dar. Sie ist ebenso nahe der einen wie der anderen verwandt. Daraus ziehe ich den Schluß, daß alle drei Arten nur Formen einer und derselben sehr verbreiteten (Nordamerika, Ceylon, Java) Art sind, die sehr variabel ist. Die relativ kürzesten und dicksten Sporen hat *N. rhodosticta*, die schmalsten *N. diffusa*. Äußerlich sehen sich die Formen ganz gleich. Wie verschieden sie, je nach dem Alter oder ob sie auf Holz oder Rinde auftreten, aussehen können, habe ich in »Fragmente zur Mykologie«, Nr. 236, auseinandergesetzt.

Die alle drei Formen umfassende Art muß *Neopeckia diffusa* (Schw.) Sacc. genannt werden.

310. Über Dothidea sordidula Lév.

Von diesem bis vor kurzem ganz ungenügend bekannten Pilze hat jüngst Raciborski (Bullet. Académ. Cracovie, 1909, p. 382) eine ausführliche Beschreibung samt Synonymie gegeben. Die Untersuchung eines reifen Exemplars des bei Buitenzorg nicht seltenen Pilzes zeigte mir, daß Raciborski's Beschreibung richtig ist.

Demselben ist die Stellung des Pilzes nicht ganz klar geworden, daher er ihn nur provisorisch und mit Zweifeln als *Polystomella* einreiht.

Nachdem aber die bisher als Microthyriacee aufgefaßte Gattung *Polystomella* Spegazzini, wie ich mich am Typus der Gattung überzeugte, eine echte, oberflächlich wachsende Dothideacee ist, die mit *Microcyclus* Sacc. et Syd. identisch ist, kann *Dothidea sordidula* nicht zu *Polystomella* gehören. *Dothidea sordidula* Lév. hat ganz oberflächlich wachsende, dünne Stromata, die aus zwei Gewebeschichten bestehen. Die untere Schicht besteht aus einem weißen, sehr kleinzelligen Plektenchym. Die obere bildet eine ziemlich dünne, schwarze Kruste. Die mehr weniger linsenförmig flachgedrückten Perithecien sitzen nun auf dieser Kruste frei auf. Sie sind vollständig, sowohl in der oberen wie unteren Hälfte, entwickelt und daher keine Microthyriaceenperithecien. Mit solchen haben

sie nur das gemein, daß die Perithecienwandung radiär gebaut ist.

Da nun stets ein deutliches, vorgebildetes, echtes, ja sogar meist mit kurzen Mündungsborsten versehenes Ostiolum vorhanden ist, so ist der Pilz auch keine Perisporiacee; er kann nur als echte, eigentümliche Sphaeriacee aufgefaßt werden.

Unter den Sphaeriaceen findet sich aber keine Gattung, die ihm völlig entspricht. Die Perithecien sitzen auf dem Stroma mehr minder rasig gehäuft. Hierdurch ähnelt der Pilz gewissen Cucurbitariaceen. Allein bei diesen ist ein ursprünglich eingewachsenes dunkles Stroma vorhanden, welches hervorbricht und entweder schon vorher oder später freie Perithecien bildet.

Bei *Dothidea sordidula* sieht man aber unter der Epidermis oder Cuticula der *Loranthus*-Blätter, auf welchen der Pilz wächst, keine Spur einer Stromabildung. Im Blattinnern sieht man nur Hyphen, die Stromabildung findet nur auf der Epidermis statt. Daher können die Cucurbitariaceengattungen *Coleroa (= Gibbera), Otthiella, Lizoniella*, die alle zweizellige hyaline Sporen haben, nicht in Betracht kommen. Gegen eine Einreihung in eine dieser Gattungen sprechen auch die Form und die häutige Beschaffenheit sowie der radiäre Bau der Perithecien.

Meines Wissens besitzt ähnlich gebaute Perithecien, die auch auf einem oberflächlichen Stroma sitzen, nur die (in diesen Fragmenten, Nr. 325, beschriebene) *Trichopeltopsis reptans* (B. et C.) v. H. Hier ist aber kein vorgebildetes Ostiolum vorhanden und ist das Stroma ganz anders gebaut, subiculumartig, weshalb ich diese Gattung neben *Dimerosporium* zu den Perisporiaceen stellte.

Es ist daher kein Zweifel, daß *Dothidea sordidula* Lév. eine eigene, eigentümliche, neue Sphaeriaceengattung darstellt, die am besten zu den Cucurbitariaceen gestellt wird.

Was die oben genannten Gattungen *Otthiella* und *Lizoniella* sowie *Lizonia* in ihrem heutigen Umfang anbelangt, so bemerke ich, daß der Typus der Gattung *Lizonia*, nämlich *L. emperigonia*, weit von den meisten heute zu *Lizonia* gestellten Arten abweicht, ferner daß in der Gattung *Lizoniella* Formen enthalten sind mit und ohne Stroma, Paraphysen und

Ostiola, mit eingewachsenen, hervorbrechenden und ganz oberflächlichen Perithecien, also Arten, die sicher nicht in eine Gattung gehören. Die Arten der Gattungen *Lizonia* und *Lizoniella* bedürfen daher der Revision. Viele der heutigen *Lizonia*-Arten können ebensogut als *Otthia*- oder *Pseudotthia*-Arten und viele *Lizoniella*-Arten als *Otthiella*-Arten gelten. Diese Gattungen kollidieren in ihrem heutigen Umfang völlig miteinander und enthalten sehr verschiedenartige Elemente, unter anderem auch Hypocreaceen. So ist *Lizonia paraguayensis* Speg. eine *Nectria*. Da eine *Nectria paraguayensis* bereits existiert, nenne ich sie *Nectria lizonioides* v. H.

Loranthomyces n. gen. **Sphaeriaceae.**

Stromata oberflächlich, fest und breit angewachsen, dünn, zweischichtig. Obere Schicht kohlig, untere weiß, fleischig. Perithecien flachgedrückt, mit radiär gebauter, oben und unten entwickelter Wandung, mit deutlichem vorgebildeten Ostiolum, häutig, oberflächlich dem Stroma rasig aufgewachsen. Paraphysen fehlend. Asci keulig, achtsporig, Sporen hyalin, zweizellig.

Loranthomyces sordidulus (Lév.) v. H.

Syn.: *Polystomella (?) sordidula* (Lév.) Rac., l. c.
Dothidea sordidula Lév., Ann. sc. nat., III. S., III. Bd., 1845, p. 57.
Dothidea Loranthi Molk., Fl. Jungh., Fasc. I, 1853, p. 114.
Dothidella sordidula (Lév.) Sacc., Syll., III, p. 631.

311. Bothryosphaeria anceps n. sp.

Stromata oberflächlich, schwarz, rauh, perithecienähnlich, unregelmäßig kugelig, meist etwas flachgedrückt und oben genabelt, einzelnstehend oder in kleinen Gruppen oder rasig, mit verschmälerter Basis sitzend, 300 bis 500 μ breit, 300 bis 360 μ hoch, nur einen Loculus enthaltend. Rindenschicht sehr verschieden, 40 bis 100 μ dick, kohlig, außen unregelmäßig, uneben breitwarzig, aus offenen, schwarzen, bis 20 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut. Loculus ohne Ostiolum, oben in der Mitte durch Zerbröckeln der Rindenschicht sich öffnend. Echte Paraphysen fehlen; Asci zahlreich, dick-keulig-spindelig, oben dickwandig, abgerundet, nach unten meist in einen bis

40 μ langen, fädigen, verbogenen Stiel verschmälert, meist achtsporig, 105 bis 150 = 22 bis 32 μ, in einem paraphysenähnlichen, reichlichen, aus dünnen, zellig gegliederten, etwas knorrigen, unregelmäßig verzweigten, hyalinen, stellenweise manchmal braunen Hyphen bestehenden Plektenchym eingelagert.

Sporen meist $1^1/_2$- bis zweireihig, zartwandig, hyalin, mit gleichmäßig feinkörnigem, schwach gelblichem Inhalt, einzellig, verschieden gestaltet (aus dem Eikugeligen elliptisch bis fast spindelförmig), an den Enden abgerundet stumpf, 22 bis 28 = 11 bis 17 μ.

An dünnen dürren Zweigen. São Paulo. In itinere »Fazenda bella vista«, Salto grande de Paranapanema, VII, 1901 (Brasilia). Leg. Wettstein et Schiffner.

Obwohl hier von einem gemeinschaftlichen, mehrere Loculi umfassenden Stroma nichts zu sehen ist, ein Basalstroma nur hie und da andeutungsweise vorhanden ist und der Pilz ganz oberflächlich wächst, gehört derselbe doch unzweifelhaft zu *Botryosphaeria*, wo bereits einige ähnliche Formen bekannt sind.

So zeigt *B. melanommoides* Sacc. (Fungi ital., Taf. 433), welche Form von Saccardo (Syll. Fung., I, p. 457) als Unterart zu *B. Berengeriana* de Not. gezogen wird, freie »Perithecien«. Ähnlich verhält sich *B. majuscula* Sacc. (Syll., XVII, p. 590). Ebenso ist *Coutinia Agaves* A. et C. (Saccardo, Syll., XVII, p. 590) wahrscheinlich eine hierher gehörige *Botryosphaeria* mit freien »Perithecien«. Ähnliche Formen mit freien »Perithecien« treten nach Ellis und Everhart (North Am. Pyrenomyc., 1892, p. 547) auch bei *B. fuliginosa* (M. et N.) auf. Ein völlig fehlendes Stroma wird auch für *B. Arctostaphyli* (Plow.) angegeben. Ähnlich verhalten sich sicher noch mehrere weniger gut bekannte Arten. Es verhält sich daher *Botryosphaeria* ähnlich wie *Diaporthe* und *Valsa*, wo Formen mit gut entwickeltem Stroma neben solchen ohne Stroma stehen.

Die Gattung *Botryosphaeria* wird heute ganz allgemein zu den Sphaeriaceen gestellt. Allein schon ältere Autoren, wie Tulasne und Fries, haben hierhergehörige Formen zu den *Dothideales* gestellt und Winter (Die Pilze, II. Ascomyceten, p. 800) sagt, daß sie sich den echten Dothideaceen nähert.

Die genauere Untersuchung typischer *Botryosphaeria*-Arten zeigte mir, daß hier eigene Peritheciumwände völlig fehlen, ebenso fehlen typische Ostiola und Periphysen. Es sind stets nur ascusführende Loculi vorhanden, welche keine Spur von vorgebildeten Mündungen zeigen. Die Öffnung dieser Loculi geschieht immer durch Ausbröckeln einer kleinen Partie der oberen Stromawandung über der Mitte der Loculi oder durch Abbrechen einer vorgebildeten Papille. So zeigt die Typusart *B. Berengeriana* de Not. im reifen Zustande bis 45 μ breite, scharf begrenzte, rundliche Mündungen. Diese entstehen hier aber immer durch Abbrechen einer warzenförmigen Papille, welche nicht durchbrochen ist.

Querschnitte zeigen, daß hier Periphysen völlig fehlen. Aber auch typische Paraphysen sind bei dieser Typusart nicht vorhanden. Genau so wie bei der von mir oben neubeschriebenen Art liegen auch hier die Asci nur in einem paraphysenartigen, aus etwas knorrigen, septierten, unregelmäßig verzweigten Hyphen bestehenden Plektenchym, das bei schematischer Untersuchung allerdings als »Paraphysen« angesprochen wird. Streng genommen liegt also hier jeder Ascus in einem eigenen Loculus und sind die typischen *Botryosphaeria*-Arten eigentlich Pseudosphaeriaceen. In der Tat tritt hier die Neigung der einzelnen (großen) Loculi im Stroma, sich voneinander zu trennen und in Form von Scheinperithecien aufzutreten, in auffallender Weise hervor. Daß aber die großen Loculi eigentlich aus verschmolzenen ein- oder wenigschläuchigen kleinen bestehen, ist bei *B. anceps* daraus zu ersehen, daß das paraphysenähnliche Gewebe zwischen den Asci manchmal stellenweise braun und deutlich parenchymatisch ist. Für mich ist es nicht zweifelhaft, daß die Gattung *Botryosphaeria* ein deutliches Verbindungsglied zwischen den Pseudosphaeriaceen, Myriangiaceen und Dothideaceen ist. Sie beweist, daß diese drei Gruppen von Pilzen zu einer größeren, die man als *Dothideales* s. l. bezeichnen könnte, zusammengestellt werden müssen.

Es ist mir sehr zweifelhaft, ob *Botryosphaeria* von den Dothideaceengattungen *Bagnisiella* und *Kullhelmia* generisch verschieden ist. Doch könnte diese Frage nur durch ein ver-

gleichendes Studium der Typen dieser drei Gattungen entschieden werden.

312. Fracchiaea coniferarum v. H., n. sp.

Perithecien hervorbrechend, von den Peridermlappen umgeben, einzeln stehend oder in kleinen Gruppen, schwarz, mattrauh, aus dem Kugeligen schüsselförmig einsinkend, rundlich, ohne deutliches Ostiolum, derbwandig, lederig, 350 bis 500 μ breit, aus polygonalen, 10 bis 12 μ breiten Zellen aufgebaut, innere Schichten farblos, die äußersten schwarz, gruppenweise warzig vorstehend. Asci überall dünnwandig, oben abgerundet, stumpf und breit, nach unten in einen kurzen breiten Stiel allmählich verschmälert, 100 bis 110 = 10 bis 16 μ groß. Pseudoparaphysen spärlich, die Asci überragend, stellenweise fehlend, zellig gegliedert, 8 bis 10 μ breit, Asci vielsporig. Sporen unregelmäßig angeordnet, einzellig, mit kleinen Öltröpfchen an den Enden, allantoid, hyalin, gerade oder etwas gekrümmt, 6 bis 8 = 1·5 μ. Perithecien oben kahl, an der Basis von spärlichen, septierten, verzweigten, durchscheinend dunkelbraunen, 6 bis 7 μ breiten Hyphen umgeben.

An Fichtenrinde am Sonntagsberg bei Waidhofen an der Ybbs, Niederösterreich, März 1909, leg. P. P. Strasser.

Meines Wissens die erste in Mitteleuropa gefundene *Fracchiaea*. Eine regelmäßige Anordnung der Sporen in den Asci ist nicht zu sehen. Dadurch weicht der Pilz von den meisten übrigen *Fracchiaea*-Arten ab. Die typischen *Fracchiaea*-Arten haben angeblich keine Paraphysen. Doch kommen zweifellos breite, zellig gegliederte Pseudoparaphysen wahrscheinlich bei allen vor. Doch treten diese meist nur spärlich und stellenweise auf und sind leicht zu übersehen. In der Tat werden bei einigen solche nicht ohne Widerspruch erwähnt. Die *Fracchiaea*-Arten haben kein deutliches typisches Ostiolum. Hierdurch sowie durch den Bau und die lederige Beschaffenheit der Perithecienmembran nähern sie sich den Coronophoreen (siehe diese Fragmente, 1907, IV. Mitt., Nr. 162), die aber einen völlig verschiedenen Bau des Nucleus besitzen. *Fracchiaea* nimmt eine Mittelstellung zwischen *Coronophora* und *Calosphaeria* ein.

Die *Fracchiaea*-Arten sind fast sämtlich nahe miteinander verwandt und könnte die oben beschriebene Form auch als Varietät zu der einen oder anderen bereits bekannten gezogen werden. Da indessen nahe Beziehungen derselben zu mehreren Arten bestehen, erscheint es zweckmäßiger, sie als eigene Art aufzufassen. Dafür spricht auch das Vorkommen an einer Nadelholzrinde. Alle bisher bekannten Formen sind Laubholzbewohner.

Der Pilz macht äußerlich ganz den Eindruck einer *Nitschkia*.

313. Phyllachora Sorghi n. sp.

Stromata amphigen, auf beiden Blattseiten sichtbar, in gelblich verbleichenden, blutrot umrandeten Flecken oder auch ohne Fleckenbildung auftretend, meist in Längsreihen, länglich, $^1/_2$ bis 1 *mm* breit, häufig der Länge nach zu 1 bis 2 *cm* langen Streifen verschmelzend, kohlig, schwach glänzend, wellig-höckerig. Loculi in Längsreihen, flach gepreßt, gut abgegrenzt, 150 bis 830 μ lang und 100 bis 150 μ dick. Ostiola deutlich, rundlich, 40 bis 50 μ breit. Paraphysen zahlreich, bandförmig, lang, 6 bis 7 μ breit, verschleimend. Asci keulig, sitzend oder kurz gestielt, 90 bis 130 ≍ 13 bis 20 μ, achtsporig. Sporen ein- bis zweireihig, hyalin, zartwandig, mit grobkörnigem Inhalt, einzellig, beidendig abgerundet, elliptisch-eiförmig, 18 bis 24 ≍ 12 μ.

Auf den Blättern von *Sorghum vulgare* im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Unterscheidet sich von den auf Gräsern vorkommenden Arten insbesondere durch die großen Sporen. Am nächsten mit ihr ist *Ph. Sacchari* P. Henn. verwandt (Sacc., Syll., XVIII, p. 838) mit 12 bis 18 ≍ 9 bis 12 μ großen Sporen und könnte sie auch als Varietät zu dieser Art gezogen werden.

Weitere verwandte Formen sind noch: *Ph. Eleusines* Speg. (Sacc., Syll., XVIII, p. 839), Sporen 15 ≍ 7 μ; *Ph. Andropogonis* (Schw.?) K. et H. (Sacc., Syll., IX, p. 1027), Sporen 16 bis 20 ≍ 6 bis 8 μ; *Ph. sylvatica* Sacc. et Speg. (Sacc., Syll., II, p. 603), Sporen 17 bis 18 ≍ 8 μ, und *Ph. Bonariensis* Speg. (Sacc., Syll., II, p. 605), Sporen 15 bis 20 ≍ 7 bis 9 μ.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß nach den Originalexemplaren *Ph. marmorata* Racib. 1900 vollkommen identisch

ist mit *Ph. topographica* Sacc. 1899. Bei ersterer Art liegen die Sporen auch häufig zweireihig in den Asci und sind meist kleiner, als in der Originalbeschreibung angegeben ist. Herr Prof. P. A. Saccardo hat über mein Ersuchen beide Arten verglichen und auch, was die Nährpflanze *(Ficus hispida)* anlangt, identisch gefunden. Auch die von P. Hennings von Buitenzorg auf Blättern von *Covellia (Ficus) hispida* angeführte *Ph. ficuum* Niessl ist nach dem eingesehenen Originalexemplare, wie ich vermutete, nicht diese Art, sondern die obige. Auf *Ficus hispida* wächst bei Buitenzorg nur die *Ph. topographica* Sacc. (Monsunia, I, p. 67). Ebenso ist, wie ich vermutete, *Ph. minuta* P. Henn. 1902 mit *Ph. Hibisci* Rehm 1897 identisch, wie der Vergleich mit dem Originalexemplar aus dem Berliner Herbar lehrt. *Ph. minuta* P. Henn. wächst, so wie Rehm's Art, auf *Hibiscus tiliaceus.*

Ph. pusilla Sydow 1904 ist davon wahrscheinlich auch nicht verschieden.

314. **Phyllachora corallina** n. sp.

Ohne Fleckenbildung. Stromata blattunterseits, ganz eingewachsen, flach, schwarz, schwach glänzend, etwas rauh, eben, mit flachen oder etwas eingedrückten Ostiola, 200 bis 500 μ breit, rundlich oder länglich oder bis 1·5 *cm* lang, dendritisch-korallenartig-netzig verzweigt, häufig von der Mittelrippe oder vom Blattrand ausgehend; Stromaäste stellenweise unterbrochen oder bis 1 *mm* knotig verbreitert. Stromagewebe aus 4 bis 16 μ breiten, polyedrischen, offenen Parenchymzellen aufgebaut, welche zwischen kleinzelligen, dunklen, oft wabenartig angeordneten Gewebeplatten liegen. Loculi locker stehend, unten flach, oben konisch verjüngt, 160 bis 230 μ breit und hoch; Ostiola flach, rundlich, 30 bis 40 μ breit. Paraphysen fädig, spärlich oder fehlend. Asci zylindrisch, kurz gestielt, 70 bis 80 = 5 bis 6 μ. Sporen schief einreihig, hyalin, elliptisch, an den Enden meist spitzlich, 8 = 4 μ.

An lebenden, dünnen, durchsichtig punktierten Blättern, wahrscheinlich einer Rutacee *(Clausena?, Murraya?)* im Urwald von Tjibodas, 1600 *m*, leg. Schiffner 1894.

Eine durch die schmalen, unterbrochen netzförmig oder korallenartig verzweigten Stromata, die oft die ganze Blattfläche bedecken, auffallende Form. Das Stromagewebe ist lederig-kohlig, leicht schneidbar und eigentümlich differenziert. Dasselbe ist 200 bis 280 μ dick und besteht aus einem aus mäßig dünnwandigen, polyedrischen, meist 6 bis 10 μ großen, dicht verbundenen Parenchymzellen zusammengesetzten Grundgewebe, in dem teils unregelmäßige Massen, teils Platten eines dichteren dunkleren Gewebes eingebettet sind, die meist wabig verbunden sind. Flächenschnitte durch das Stroma zeigen daher meist 20 bis 55 μ breite, dickwandige Netzmaschen, die von dem dünnerwandigen Stromaparenchym ausgefüllt sind. Unterhalb der Loculi ist das Stromagewebe nicht oder nur wenig entwickelt.

Mehr minder verzweigte Stromata haben *Ph. dendritica* Rehm, *dendroidea* P. Henn., *repens* Cda, *flabella* (Schw.) und *subrepens* Speg. Diese Arten leben alle auf anderen Nährpflanzen und sind gänzlich von der neubeschriebenen verschieden. Bei keiner ist die Verzweigung der Stromata so auffallend und charakteristisch.

Wie bei allen *Phyllachora*-Arten, die ein nur oberseitig gut entwickeltes Stroma haben, ist auch bei *Ph. corallina* eine ziemlich gut ausgebildete Peritheciumwand um die Loculi zu sehen. Auch die Periphysen des Ostiolums sind gut entwickelt.

Die Gattung *Phyllachora* nähert sich überhaupt sehr den echten Sphaeriaceen und enthält Übergänge zur Gattung *Physalospora* (z. B. *Physalospora Citharexyli* Rehm = *Phyllachora Citharexyli* v. H.).

315. Über Dothidea Scutula B. et C.

Diese Art wird in Saccardo, Sylloge fung., II, p. 632, als *Dothidella* aufgeführt und später von Spegazzini (Sacc., Syll., IX, p. 1063) in seine Gattung *Polystomella* versetzt, hierauf (Annal. Mycol., 1904, II, p. 165) in die Gattung *Microcyclus* Sacc. (in herb.) eingereiht. Ich habe nun (in diesen Fragmenten, Nr. 317) nachgewiesen, daß *Microcyclus* von *Polystomella* generisch nicht verschieden ist. Allein *Dothidea Scutula* B. et C. ist, wie die Untersuchung des Exemplars in Rehm, Ascomyc.

exs., Nr. 1669, lehrt, keine *Polystomella* = *Microcyclus*, denn die oberflächlichen Stromata sind nur im Mittelpunkt leicht angewachsen und sonst ganz frei. In Sylloge fung., XVII, p. 844, wird nun die Gattung *Microcyclus* in die beiden Subgenera *Eumicrocyclus* und *Chorisodothis* geteilt, je nachdem die Stromata fest angewachsen oder leicht angewachsen sind. *Dothidella Scutula* wird bei *Eumicrocyclus* eingereiht, wohin sie natürlich nicht gehören kann. Sie ist aber auch keine *Chorisodothis*, denn hier sind, wie die Untersuchung von *Chorisodothis labens* Sacc. et Syd. lehrte, die Stromata auch mit der ganzen Basalfläche der Blattepidermis angewachsen, aber dabei doch leicht ablösbar. In der Tat ist *Dothidea Scutula* B. et C. eine ganz typische Coccoidacee P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 143). Sie würde genau in die Gattung *Yoshinagaia* P. Henn. passen.

Nachdem aber die Aufstellung der Gattung *Yoshinagaia*, wie sie von Hennings charakterisiert wurde, wie ich am Originalexemplar gesehen habe, auf ganz groben und ungehörigen Irrtümern beruht, dieselbe also gar nicht existiert, muß für *Dothidea Scutula* B. et C. eine neue Coccoidaceengattung aufgestellt werden. Ich nenne sie

Coccoidella n. gen. **(Coccoidaceae).**

Stromata oberflächlich, scheibenförmig, nur in der Mitte befestigt. Beginn der Entwicklung subepidermal. Stromasubstanz weichkohlig, offenzellig-parenchymatisch. Loculi zahlreich. Asci achtsporig; Sporen hyalin, zweizellig.

Coccoidella Scutula (Berk. et Curt.) v. H.

Syn.: *Dothidea Scutula* B. et C.
Polystomella Scutula (B. et C.) Speg.
Microcyclus Scutula (B. et C.) Sacc. et Syd.
Dothidella Scutula (B. et C.) Sacc.

Die Coccoideaceen würden nun die Gattungen *Coccoidea*, *Coccodiscus* und *Coccoidella* enthalten. Es sind dem Baue nach, den ich an zwei Formen studiert habe, ganz echte Dothideaceen und können nur als Unterfamilie bei diesen eingereiht werden. Sie können auch nicht als Übergangsglieder zu den

Myriangiaceen betrachtet werden, denn sie haben in einer Schicht angeordnete, ganz typische, vielschläuchige Dothideaceenloculi. Von den übrigen Dothideaceen unterscheiden sie sich dadurch, daß das Stroma ganz oberflächlich und frei der Epidermis aufliegt und nur im Mittelpunkt befestigt ist. Bei einem 1 *mm* breiten Stroma von *Coccoidella Scutula* (B. et C.) v. H. zeigte sich unter der Epidermis ein nur 90 μ breiter und 60 μ hoher, schwarzer Gewebezapfen, der hervorbricht und das Stroma trägt. Die Stromata selbst brechen also nicht hervor, sondern entwickeln sich frei und oberflächlich auf einem zentralen, kleinen, unter der Epidermis entstehenden und hervorbrechenden Gewebezapfen.

Die Dothideaceen lassen sich nach der Entwicklung der Stromata in drei (bislang) scharf begrenzte Gruppen einteilen, je nachdem das Stroma wenigstens ursprünglich ganz eingewachsen ist oder ganz oberflächlich und breit angewachsen oder nur mit dem Mittelpunkt befestigt und daher leicht ablösbar ist *(Coccoideaceae)*.

Nach dem Gesagten sind die *Coccoideaceae* eine ganz gut begrenzte natürliche Gruppe der *Dothideaceae* und nicht, wie Rehm (Ann. mycol., 1906, IV, p. 406) meint, nur eine Entwicklungsstufe anderer Dothideaceen. Die bei *Phyllachora intermedia* Speg. beschriebene Var. *luxurians* Rehm ist nach des Autors Angaben (l. c., p. 407) offenbar eine gestielte Pilzgalle und hat mit den Coccoideaceen nichts zu tun.

316. Über Microcyclus labens Sacc. et Syd.

Dieser Ann. mycol., 1904, II, p. 165, beschriebene Pilz hat ganz oberflächliche Stromata, die leicht ablösbar sind, und wurde daher von Saccardo und Sydow in ein eigenes Subgenus *(Chorisodothis)* gestellt.

Nach der Beschreibung lag die Möglichkeit vor, daß es eine Coccoidee ist, allein die Untersuchung des Originalexemplars, das ich der Güte des Herrn P. Sydow in Berlin verdanke, zeigte mir, daß dies nicht der Fall ist, weil die Stromata mit der ganzen Basalfläche der Epidermis der Blätter der Nährpflanze angeheftet sind. Die Stromata sind oben mattschwarz, feinhöckerig rauh und schwach konvex; unten sind

sie weißlich und schwarz berandet. Der sterile Rand ragt über den ascusführenden Mittelteil stark vor und ist dem Substrat angedrückt. Mit Kalilauge gekochte und etwas durchscheinend gemachte Stromata zeigen, weder von oben noch von unten betrachtet, eine Andeutung von Loculi und macht der Pilz so den Eindruck eines Discomyceten oder einer Microthyriacee. Querschnitte zeigen jedoch, daß im mittleren Teile wenig differenzierte Loculi vorhanden sind, die oben warzenförmig vorragen und später auch durch Ausbröckeln der deckenden Stromasubstanz unechte Ostiola erhalten. Echte, vorgebildete Ostiola fehlen jedoch vollständig. Der Pilz ist daher jedenfalls eine Dothideacee, die aber Beziehungen zu den Discomyceten oder Microthyriaceen erkennen läßt, eine eigentümliche Übergangsform, welche wieder zeigt, daß die Dothideaceen phylogenetisch unter den Ascomyceten eine Mittelstellung einnehmen und sich von ihnen die übrigen Abteilungen der Ascomyceten ableiten lassen.

Das Gewebe der Stromata ist sehr undeutlich kleinzellig. Es ist nur oben deutlich entwickelt und kohlig, an der Basis ist es hyalin oder blaß und bildet daselbst nur eine Art Hypothecium. Dadurch sowie durch die gut entwickelten, oben verzweigten, netzig verbundenen und stark verschleimenden, weit über die Asci vorragenden Paraphysen weicht der Pilz von den meisten Dothideaceen ab. Gegen den Rand der Stromata fehlt meist jede Andeutung von Loculi.

Der Pilz hat *Polystomella labens* (Sacc. et Syd.) v. H. zu heißen, da *Polystomella* Speg. 1888 und *Microcyclus* 1904 synonym sind.

317. Über Polystomella pulcherrima Speg.

Die Gattung *Polystomella* wurde von Spegazzini zu den Microthyriaceen gestellt. Allein schon aus der Beschreibung geht hervor, daß es offenbar eine oberflächlich wachsende Dothideacee ist (siehe Saccardo, Syll., IX, p. 1063). In der Tat ergab die Untersuchung meines Exemplares in Balansa, Plantes du Paraguay, Nr. 4056, trotzdem es ganz unreif ist, daß es sich um eine Dothideacee handelt.

Dabei stellte es sich heraus, daß *Polystomella pulcherrima* mit *Microcyclus (Chorisodothis) labens* Sacc. et Syd. offenbar nahe verwandt ist, wie schon aus dem Vergleich der Diagnosen hervorgeht. *Microcyclus* 1904 ist ganz so gebaut wie *Polystomella* 1888 und sind die beiden Gattungen synonym.

Die Aufstellung der Untergattung *Chorisodothis* Sacc. et Syd. scheint mir nicht gerechtfertigt zu sein, da der Grad der Ausbildung der Loculi und Ostiola sowie der Ablösbarkeit der Stromata vom Substrat hierfür zu unbestimmte Merkmale abgeben.

318. Polystomella nervisequia n. sp.

Stromata oberflächlich, mattschwarz, rauh, kleinhöckerig, unregelmäßig rundlich-länglich-knollenförmig, bis etwa 700 μ lang, 500 μ breit und 200 μ dick, lederig-kohlig, leicht ablösbar, meist auf der Blattunterseite auf bräunlichen, 1 bis 2 *cm* großen, unregelmäßigen, unbegrenzten Flecken in Reihen auf den vorspringenden Blattnerven sitzend, oft netzförmig angeordnet. Stromagewebe braun, parenchymatisch, Zellen polyedrisch, 4 bis 8 μ breit, zwischen den rundlich-eiförmigen, 100 bis 120 = 50 bis 100 μ großen, ziemlich dicht stehenden, ganz eingesenkten Loculi in senkrechten Reihen stehend und gestreckt. Echte typische Paraphysen fehlend. Loculi schließlich oben ein bis 45 μ breites, rundliches Ostiolum zeigend. Asci derbwandig, oben abgerundet und daselbst dickwandig (5 μ), keulig, meist unten schwach bauchig, allmählich oder rasch in einen kurzen dicken Stiel verschmälert, zwei- bis dreireihig-achtsporig, 60 bis 78 = 13 bis 14 μ. Sporen hyalin, länglich-stäbchenförmig, beidendig abgerundet, mit einer Querwand, mäßig derbwandig, 16 bis 22 = 4 bis 5 μ. Die beiden Zellen sind gleich lang und dick oder die obere ist sehr wenig dicker und kürzer.

Reichlich auf der unteren, spärlich und schlecht entwickelt auf der oberen Seite der Blätter von *Berlinia* sp. (Leguminose) in Ostusambara, Ostafrika, leg. Zimmermann 1902.

Entsprechend dem Verlauf der feineren Adern der Blätter bilden die in perlschnurförmigen Reihen auf den Nerven oberflächlich und dicht sitzenden, rundlich-knollenförmigen, meist nur wenig gestreckten Stromata eigentümlich netzförmige,

1 bis 3 *cm* breite, schwarze Zeichnungen, die allmählich verlaufen und sich auf kaum bräunlich verfärbten Blattstellen befinden. Die Stromata sind nicht vollkommen oberflächlich, da sie aus einem in und unter der Epidermis wachsenden braunen, lokalisierten Hyphengewebe entspringen.

Echte Paraphysen fehlen. Doch finden sich zwischen Asci gegliederte Zellreihen, ähnlich wie bei *Montagnella confertissima* (Sacc.) v. H., an welche der Pilz auch im inneren Bau erinnert.

319. Über Didymella confertissima Sacc.

Unter den *Diplotheca*-Arten des Herbars des königl. Museums in Berlin lag ein Originalexemplar von *Didymella confertissima* Sacc. mit dem Vermerk von Hennings: »Gleich *Diplotheca Uleana* P. H., unreif.« Der Pilz sieht in der Tat der *Diplotheca Uleana* äußerlich ähnlich, ist aber, wie schon aus Saccardo's Beschreibung (Syll., XVII, p. 653) hervorgeht, davon ganz verschieden. Noch größer ist die äußere Ähnlichkeit mit *Psilospora faginea*, mit der er aber auch gar nichts zu tun hat.

Es ist klar, daß ein äußerlich so beschaffener Pilz keine *Didymella* sein kann.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte mir nun, daß der Pilz unter der Epidermis ein dünnes, schwarzbraunes, sehr ungleichmäßig entwickeltes Stroma bildet, welches weit ausgebreitet sein kann, jedoch oft stellenweise unterbrochen oder nur lokal entwickelt ist. Dieses Stroma bildet nun nach obenhin einzeln stehende, bis dicht rasig verwachsende, schließlich die Epidermis durchbrechende, freie, perithecienähnliche Fruchtkörper aus, die etwa 130 bis 160 μ breit und bis 210 μ hoch sind. Diese Fruchtkörper sind schwarz und zeigen einen weißen Kern, der aus parallelen Längsreihen von hyalinen Zellen besteht, aber keine echten Paraphysen zeigt. In diesem hyalinen Gewebe entstehen nun die Asci, welche fast stets voneinander durch Reihen oder Platten von Parenchymzellen getrennt sind. Die Asci sind keulig, kurzgestielt, derbwandig und bis 105 × 28 μ groß. Sie enthalten in zwei bis drei Reihen blaßgelblich-olivenfarbige, meist zweizellige, doch auch nicht selten drei- bis vier-

zellige, länglich-spindelförmige, an den Enden stumpfliche, meist gerade, bis $40 \times 10\ \mu$ große Sporen.

Der Pilz hat also ein deutliches, eingewachsenes Stroma, das einzeln stehende oder rasig-krustig verschmelzende, perithecienähnliche, schließlich hervorbrechende Fruchtkörper trägt, in deren parenchymatischem Nucleus die Asci durch Parenchymlagen voneinander getrennt zu mehreren nebeneinander (ohne echte Paraphysen) stehen.

Betrachtet man diese Fruchtkörper von oben, so sieht man meist ein rundliches oder spaltenförmiges oder unregelmäßiges Ostiolum; mediane Längsschnitte zeigen jedoch, daß ein echtes vorgebildetes Ostiolum vollständig fehlt, ebenso wie Paraphysen und Periphysen. Das Ostiolum ist nur eine dünnere, wohl zum Teile durch Ausbröckeln der Rindensubstanz entstandene Stelle.

Daraus geht hervor, daß der Pilz eine typische Pseudosphaeriacee ist, die äußerlich wegen der die einzelnen perithecienähnlichen Fruchtkörper an der Basis verbindenden Stromasubstanz manchen Dothideaceen ähnlich ist.

Unter dem Namen *Montagnella? Opuntiarum* hat nun Spegazzini (Sacc., Syll., IX, p. 1047) einen Pilz beschrieben, der mir nach der Diagnose mit der *Didymella confertissima* verwandt schien, um so mehr als er jedenfalls sehr variabel ist, da Spegazzini von ihm auch eine Var. *minor* beschrieb, welche vom Typus sehr abweicht.

Da diese Varietät in B. Balansa, Plant. du Paraguay, Nr. 4100, ausgegeben wurde, konnte ich sie vergleichen und mich davon überzeugen, daß in der Tat *Didymella confertissima* Sacc. in den Formenkreis von *Montagnella? Opuntiarum* Speg. gehört. Ob sie mit dem Typus der letzteren Art identisch ist, vermag ich wegen Mangel an Vergleichsmaterial nicht zu entscheiden; es ist dies aber nach Spegazzini's Beschreibung wenig wahrscheinlich. Es mag daher der Pilz vorläufig als eigene, nahestehende Art: *Montagnella? confertissima* (Sacc.) v. H. betrachtet werden.

Da die *Montagnella? Opuntiarum* Speg. vom Autor nur als fraglich in die Gattung gestellt ist, gilt dies natürlich auch für die *Montagnella? confertissima*.

Da ich den Typus der Gattung *Montagnella* Speg., nämlich *M. Curumamuel* Speg. nicht vergleichen konnte, kenne ich sie nicht, doch will mir scheinen, daß *M.? Opuntiarum* var. *minor* und *M.? confertissima* echte *Montagnella*-Arten sind, da sie vollkommen zur Gattungsdiagnose (Sacc., Syll., II, p. 646) passen.

Die echten *Montagnella*-Arten, insbesondere die Typusart, sowie (mit einer Ausnahme) alle von Spegazzini selbst aufgestellten Arten sind nach den Diagnosen paraphysenlos. Auch bei *M. Opuntiarum* var. *minor* erwähnt Spegazzini das Fehlen der Paraphysen. Dies schließt jedoch nicht aus, daß die Asci durch Zellagen voneinander getrennt sind, wie das bei *M.? confertissima* und *M.? Opuntiarum* var. *minor* der Fall ist.

Jene *Montagnella*-Arten, welche deutliche Paraphysen haben, gehören offenbar nicht in die Gattung, die zweifellos in ihrem heutigen Umfang viele fremde Elemente enthält.

Die zwei näher untersuchten letztgenannten Arten sind zweifellos eigentümliche Pseudosphaeriaceen und dies gilt wahrscheinlich für alle echten Arten der Gattung, die schon wegen der dem Stroma aufsitzenden »Loculi« nicht zu den Dothideaceen gerechnet werden kann.

Die mit der »*Didymella confertissima*« zusammen auftretende »*Rhabdospora confertissima*« habe ich am Originalexemplare nicht gefunden; ist wahrscheinlich eine Nebenfruchtform der *Montagnella* und nach der Diagnose sicher keine *Rhabdospora*.

320. Discodothis n. g. (Dothideaceae).

Stromata anfänglich mit dem cladosporiumartigen Conidienpilz ganz bedeckt, oberflächlich, ganz angewachsen, nicht ablösbar. Ostiola fehlend. Loculi flach, undeutlich, miteinander verschmelzend. Paraphysen fehlend. Asci achtsporig. Sporen zweizellig, braun.

Würde anscheinend einigermaßen gut zu *Maurodothis* Sacc. et Syd. passen. Der direkte Vergleich mit *Maurodothis Alyxiae* Sacc. et Syd. zeigte mir aber, daß der Pilz davon ganz verschieden ist. *Maurodothis Alyxiae* hat zwar fest anliegende Stromata, die aber wie die Coccoideen nur in der

Mitte befestigt sind; ferner fehlt hier der auf den jungen Stromaten von *Discodothis* wachsende Conidienpilz völlig und endlich hat *Maurodothis* auffallende, gut entwickelte Paraphysen, die bei *Discodothis* völlig fehlen.

Discodothis Filicum n. sp.

Hyphengewebe aus sehr dünnen, braunen, plektenchymatisch verwobenen Fäden bestehend, in den äußeren Gewebsschichten der Blattunterseite befindlich, ein fest angewachsenes, oberflächliches, mattschwarzes, rundliches oder längliches, $^1/_2$ bis $1^1/_2$ *mm* breites Stroma von etwa 90 bis 100 μ Dicke bildend. Stromata zu mehreren an jeder Blattfieder, anfänglich dicht samtartig mit einfachen, durchscheinend braunen, derbwandigen, meist schwach knorrig verbogenen, sporentragenden, bis 120 ≍ 3 bis 4 μ großen, septierten Hyphen besetzt. Conidien blaß bräunlich, seltener einzellig, beidendig stumpf bis abgestutzt, 8 bis 9 ≍ 6·5 bis 7 μ, meist ungleich zweizellig, 10 bis 13 ≍ 6 bis 7 μ, in der Mitte eingeschnürt, beidendig abgestumpft, fast spulenförmig, am oberen Ende der Hyphen seitlich zu wenigen an kurzen, stumpfen Vorsprüngen sitzend.

Nach Abwurf des cladosporiumartigen Conidienpilzes sind die Stromata kahl, matt, etwas rauh und schwarz. Loculi breit, flach, undeutlich voneinander abgegrenzt, miteinander meist völlig zu großen Hymenien verschmelzend. Ostiola fehlend. Der über den Hymenien liegende Teil der undeutlich kleinzelligen Stromata wird schließlich in Schollen abgeworfen und liegen dann die Hymenien discomycetenartig frei. Paraphysen fehlen. Asci keulig, dünnwandig, oben nicht verdickt, achtsporig, sitzend oder kaum gestielt, 50 bis 80 ≍ 10 bis 12 μ. Sporen zweireihig, blaß bräunlich, länglich, zweizellig, beide Zellen ziemlich gleichlang, obere Zelle etwas breiter; Sporen zartwandig, beidendig abgerundet, 12 bis 13 ≍ 5 bis 6 μ. Hypostroma zirka 30 μ dick, schwarzrotbraun, undeutlich kleinzellig.

An der Unterseite der Blattfiedern eines Farnbaumes im botanischen Garten zu Buitenzorg, Java.

Der Pilz macht anfänglich den Eindruck einer *Tuberculariae dematieae*, zuletzt, wenn die das Hymenium deckende

Schicht des Stromas abgeworfen ist, den eines Discomyceten. Die genauere Untersuchung lehrt aber, daß eine eigentümliche Dothideacee vorliegt.

Der Pilz sitzt fast stets an der Unterseite der Blattfiedern, selten an den Blattspindeln. Im letzteren Falle löst er sich leicht ab.

Er wäre mit *Dothidea basirufa* Berk. et Curt. (Fungi Cubenses, Nr. 872, p. 390) und *D. Stübelii* P. Henn. zu vergleichen. Doch dürften diese beiden Pilze von ihm verschieden sein. (S. d. F. Nr. 394.)

321. Über **Maurodothis Alyxiae** Sacc. et Syd.

Nach der Originaldiagnose (Ann. myc., 1904, II. Bd., p. 166) sollen die Stromata oberflächlich oder fast oberflächlich sein, mehrere eingesenkte Loculi und deutliche, glänzende Ostiola haben. Das Originalexemplar, das ich Herrn P. Sydow verdankte, zeigte mir nun, daß die Stromata stets ganz oberflächlich liegen und daß von Loculi und Ostiola nichts zu sehen ist. Der Bau des eigentümlichen Pilzes ist vielmehr folgender.

Unter der Epidermis, deren Außenwand stark kutinisiert und 20 bis 25 μ dick und daher für den Pilz ganz undurchdringlich ist, sieht man ein farbloses Plektenchym, das sich unter den vielen Spaltöffnungen stärker entwickelt, oft in diese eindringt und sie mit einem schwarzen Hyphenpfropfen verstopft. Unter einzelnen Spaltöffnungen bildet sich ein schwarzbraunes, etwa 120 bis 160 μ breites, 60 bis 70 μ hohes, rundliches Stroma, das, die Spaltöffnung stark erweiternd, nach außen wächst und hier das ascusführende Stroma bildet. Dieses hängt mit dem intramatrikalen Hyphengewebe nur in der Mitte, an einer 60 bis 100 μ breiten Stelle zusammen. Im übrigen liegt es fest der Cuticula an und treibt sogar schwarzbraune Fortsätze in die von ihm bedeckten Spaltöffnungen. Das also ganz oberflächliche Stroma zeigt nun weder Loculi noch Ostiola. Es ist rund, schildförmig, zeigt in der etwa 150 μ dicken Mitte eine stark vorspringende Papille, welche in einer schwachen Vertiefung liegt, und wird gegen den Rand zu ganz dünn und steril. Der Rand selbst ist von vorstehenden, kurzen,

dicken, braunen Hyphenenden etwas gezähnt oder gewimpert. Das Stroma zeigt eine dünne, bis 20 μ dicke, braune, oft wenig entwickelte Basalschicht und oben eine kontinuierliche, 20 bis 40 μ dicke, schwarze, opake Kruste, die tangential und radial aufreißt und zuletzt abbröckelt. Die Mittelpapille ist das Ende einer die Mitte des Stromas einnehmenden, etwa 50 bis 60 μ dicken, schwarzbraunen Gewebesäule, die sich oben knopfig erweitert und direkt aus der Spaltöffnung kommt. Das Hymenium bildet nun um diese zentrale, sterile Partie des Stromas eine breite, ringförmige Zone; es ist ganz kontinuierlich und zeigt keine Andeutung von einer Sonderung in Loculi.

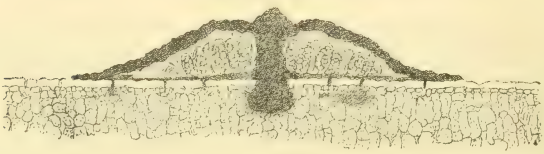


Fig. 2. *Maurodothis Alyxiae* Sacc. et Syd.

Medianschnitt durch den Pilz (100/1). Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese.

Die Stellung dieses Pilzes ist durchaus unklar und könnte sicher nur durch Untersuchung vieler Typen, insbesondere von Hemihysteriaceen festgestellt werden. Da die Stromata eigentlich nur in der Mitte befestigt sind, könnte er als Coccoidee betrachtet werden. Diese haben aber zahlreiche Loculi und sind leicht ablösbar, da sie, vom Mittelpunkt abgesehen, ganz frei stehen; auch zeigen sie niemals die sterile Mittelsäule. Mir scheint *Maurodothis* am ehesten eine mit *Hysterostomella* verwandte Hemihysteriacee zu sein.

Gegen die Auffassung des Pilzes als Dothideacee spricht auch das Vorhandensein der sehr gut und reichlich entwickelten Paraphysen, die bekanntlich bei den meisten Dothideaceen fehlen und gerade bei den Hysteriaceen meist typisch ausgebildet sind.

In der Tat scheint *Hysterostomella andina* Pat. (Bull. Boiss., 1895, p. 73, Taf. II, Fig. 4) ein ähnlicher Pilz zu sein. Im

Querschnitt sieht er ganz ähnlich aus, nur daß statt einem ringförmigen Hymenium deren zwei konzentrische vorhanden sind. Auch sollen die Paraphysen fehlen.

Es scheint mir daher *Maurodothis Alyxiae* eine reduzierte Form von *Hysterostomella* mit nur einem Hymenium zu sein. Jedenfalls stellt sie aber einen Übergang zu den Dothideaceen dar.

Ein offenbar ganz ähnlich gebauter Pilz ist *Uleopeltis manaosensis* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 267), der vom Autor als Hysteriacee betrachtet wird. Er hat aber mehrfach quergeteilte, hyaline Sporen.

322. Meliola pennata n. sp.

Rasen rundlich, 3 bis 6 *mm* breit, zusammenfließend, dünn. Sterile Hyphen 8 bis 10 μ breit, fest angewachsen, doppelt gefiedert verzweigt, Zweige meist gegenständig. Hyphopodien wechselständig, 32 bis 36 ≃ 16 μ, Köpfchen länglich, oft gebogen, Borsten undurchsichtig schwarz, scharf spitz, steif, an der Basis etwas gebogen, unten 9 bis 10, oben 8 μ breit. Perithecialborsten 200 bis 300 μ lang, Mycelialborsten 300 bis 650 μ lang, zahlreich. Perithecien ohne Mündung, undurchsichtig schwarz, rauh, kugelig, nicht einsinkend, gleichmäßig zerstreut, 160 bis 200 μ breit. Asci eiförmig. Sporen länglich-zylindrisch, an den vier Querwänden stark eingeschnürt, schwarzbraun, 50 bis 55 ≃ 23 bis 24 ≃ 18 μ.

Auf der Oberseite von ledrigen Baumblättern. Buitenzorg, 1908.

Spitze Hyphopodien fehlen. Das Vorkommen von Mycelial- und Perithecialborsten ist für die Art charakteristisch. Nur noch *M. mattogrossensis* Starb. und *M. Cyperi* Pat. zeigen beiderlei Borsten. Für *M. tenuis* B. et C., die nach Gaillard (Le genre Meliola, Paris, 1892, p. 117) eine zweifelhafte Art ist, gilt dies nicht (siehe dagegen Sacc., Syll., XI, p. 263).

323. Dimerosporium minutissimum n. sp.

Blattoberseits bis 5 *mm* breite, schwärzliche, zarte, allmählich verlaufende, oft zusammenfließende, rundliche, aus braunen, 2 bis 3 μ breiten, unregelmäßig verkrümmten Hyphen

bestehende Flecken bildend, auf denen die 45 bis 60 μ großen, dünnbraunhäutigen, eiförmigen, oben stumpfkegelig verschmälerten, kahlen, an der Basis zartbraunhyphigen Perithecien oberflächlich und gleichmäßig zerstreut sitzen. Peritheciummembran dünn aus 3 bis 4 μ breiten, gewunden-parenchymatischen Zellen bestehend. Auf den sterilen Basalhyphen stehen aufrechte, steife, septierte, durchscheinend braune, zirka 80 × 4 bis 5 μ große Borsten, die an der stumpfen Spitze einzeln stehende, zylindrische, durchscheinend braune, zwei- bis vierzellige, 18 bis 22 × 2 bis 4 μ große Conidien tragen. Ostiolum fehlend oder undeutlich. Paraphysen unregelmäßig fädig, die Asci überragend, verkrümmt und verschleimend, oft undeutlich. Asci wenig zahlreich, eiförmig-elliptisch bis kurz keulig, unten bauchig, oben dickwandig, achtsporig, 21 bis 36 × 11 bis 13, meist 28 bis 32 × 12 bis 13 μ. Sporen mehrreihig, hyalin, zweizellig (obere Zelle meist etwas kürzer und breiter als die untere), gerade oder schwach gekrümmt, beidendig abgerundet, länglich-keulig, meist 12 bis 14 × 3 bis 4 μ, außen etwas schleimig.

Meist oberseits an Baumblättern, zusammen mit *Asterina consimilis* v. H. im botanischen Garten von Buitenzorg.

Ist ein typisches *Dimerosporium* und gehört zu den Arten mit den kleinsten Perithecien. Ähnlich kleine oder nur wenig größere Perithecien haben noch: *D. Manihotis* P. Henn., *Bosciae* P. Henn., *punctiforme* P. Henn., *samoënse* P. Henn., *conglobatum* B. et C. und *subpilosum* Wint.

Am nächsten scheint nach der Beschreibung die letztgenannte Art verwandt zu sein.

324. Über die Gattung Cryptopeltis Rehm.

Diese Gattung wurde von Rehm (Ann. mycol., 1906, IV, p. 409) für zwei Arten: *C. obtecta* und *C. ferruginea*, die er ursprünglich als *Calonectria*-Arten beschrieben hat (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 225) und für die er ein neues Subgenus: *Cryptonectria* gründete, aufgestellt. Später stellte er die beiden Pilze zu *Trichopeltis* Speg. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 1). Nach seiner letzten Darstellung haben diese Pilze ein microthyriumartiges Gehäuse, das sich unter der Blattepidermis entwickelt, weshalb er für sie die obige neue Gattung aufstellte.

Die Untersuchung der beiden Originalexemplare dieser Pilze in Rehm, Ascomyceten, Nr. 1671 und 1672, zeigte mir nun, daß dieselben ganz oberflächlich wachsen und eigentümliche Flechten sind, die aus einer scheibenförmigen, einzellschichtigen Grünalge bestehen, die zur Familie der *Mycoideaceae* (siehe Natürl. Pflanzenfamilien, Engler-Prantl, I, 2, Algae, p. 101) gehört und mit *Phycopeltis* verwandt ist, und einem stets unter dieser Alge lebenden Pyrenomyceten, der seinem Baue nach eine *Calonectria* ist.

Letztere hat ein ringsum vollkommen entwickeltes, flachkugeliges, fleischig-häutiges Gehäuse mit kleinem, rundem, gut entwickeltem Ostiolum. Die Alge bedeckt dieses Gehäuse vollständig als Schildchen und verrät sich sofort durch ihren charakteristischen Bau und die trotz der bei so kleinen Blattalgen der Tropen rasch eintretenden Verbleichung auch an älteren Stücken noch immer deutliche, grünliche Färbung. Beim Reifen des Pilzes scheint die Alge in der Mitte der Scheibe abzusterben, so daß der Pilz oben frei wird. In den Tropen gibt es gewiß viele solche meist mikroskopisch kleine Flechten auf Blättern, die bisher zum Teil als Pilze beschrieben wurden *(Pazschkea, Melittosporiopsis, Trichophyma, Cryptopeltis).* Hingegen ist *Atichia Millardetii* Racib. (= *Atichiopsis Solmsii* R. Wagner) (Österr. bot. Zeitschr., 1900, p. 305) ein eigentümlicher an die epiphytische Lebensweise angepaßter *Saccharomycet* (s. d. F. Nr. 333).

325. Über Asterina reptans B. et C.

Dieser in Proceed. Linn. Society, 1868, Vol. X, p. 373, Nr. 734, beschriebene Pilz aus Cuba wurde später im südlichen Brasilien von Puiggari wiedergefunden und von Spegazzini in seine Gattung *Trichopeltis* gestellt (Sacc., Syll., IX, p. 1068), die zu den Microthyriaceen gehört. *Trichopeltis* soll dreizellige, hyaline Sporen haben. Den Typus dieser Gattung, *Trichopeltis pulchella* Speg., habe ich nicht gesehen, hingegen konnte ich *Trichopeltis reptans* (B. et C.) Speg., in Rick, Fung. austro-americani, Nr. 66, von São Leopoldo im südlichen Brasilien ausgegeben, untersuchen. Es ist nicht zweifelhaft, daß der Pilz richtig bestimmt ist.

Diese Untersuchung hat nun ergeben, daß der Pilz keine Microthyriacee, sondern eine mit *Dimerosporium* verwandte Perisporiacee ist.

Der Pilz wächst ganz oberflächlich auf der Blattepidermis und löst sich leicht ab. Er bildet rundliche, einige Millimeter breite, schwarze, öfter zusammenfließende Stromata, die aus 8 bis 20 μ dicken, flachen, 40 bis 80 μ breiten, dendritisch verzweigten und netzig verbundenen Bändern, die der Blattepidermis fest anliegen, bestehen. Die Bänder bestehen aus einem mittleren Strange von dünnen, braunen, dicht verwachsenen Hyphen, sind in der Mitte dicker, außen parenchymatisch zellig, am Rande dünn, einzellschichtig, daselbst öfter lappig verbreitert und radiärzellig gebaut. Seitlich entwickeln sich oft rundliche, radiär gebaute Scheiben, welche junge Perithecienanlagen darstellen. Auf diesen Stromabändern sitzen nun, in Reihen oder Gruppen unregelmäßig angeordnet, die linsenförmigen Perithecien. Diese sind 120 bis 160 μ breit und 50 μ dick, schwarz, rundlich, mit welligem bis fast lappigem, etwas wulstigem Rande und fast frei, nämlich unten nur in der Mitte angewachsen. Die untere Hälfte der Perithecien ist flachkonkav; die daselbst gut entwickelte schwarzbraune Membran ist 3 bis 4 μ dick und radiär gebaut, genau so wie die obere, flachkegelige Hälfte, die in der Mitte stets ein rundliches, etwas zerrissen-unregelmäßiges, 10 bis 12 μ breites Ostiolum zeigt. Die obere Hälfte der Perithecien besteht aus einer Lage von radialgereihten, 3 bis 4 μ großen, braunen, viereckigen Zellen. Der Rand der linsenförmigen Perithecien ist derbwandiger, wodurch ein 8 bis 14 μ breiter, schwarzer Randwulst entsteht.

Paraphysen zahlreich, unregelmäßig, länger als die Asci und oben stark verzweigt. Die Asci sind dünnwandig, ungestielt, breit-spindelig-keulig, 32 bis 38 ≍ 12 bis 16 μ, achtsporig. Die Sporen liegen zwei- bis dreireihig, sind stets hyalin und zweizellig, eilänglich bis spindelförmig, nicht eingeschnürt, an beiden oder an einem Ende spitz, 13 bis 18 ≍ 3 bis 5·5 μ.

Von den Stromabändern gehen manchmal stellenweise dünnere oder dickere, blasse bis dunkelbraune Hyphen aus. Einmal sah ich an einer solchen dickeren Hyphe auch ein Hyphopodium. An jungen Stromaten sieht man öfter aufrecht-

stehende, durchscheinend dunkelbraune, stumpfe, septierte 200 = 6 μ große Borsten, doch ist mir zwar wahrscheinlich, aber fraglich, ob die Hyphen und Borsten zum Pilze gehören.

Da die Perithecien oben und unten gut ausgebildet sind, so ist der Pilz keine Microthyriacee. Das Ostiolum ist zwar deutlich, aber so wie bei manchen Perisporiaceen nicht typisch, unregelmäßig und am Rande zerrissen. Der Pilz ist offenbar eine Perisporiacee, die mit *Dimerosporium* verwandt ist. Von letzterer Gattung unterscheidet er sich durch das eigentümliche Stroma (das durchaus nicht als ein aus Hyphen bestehendes Subiculum betrachtet werden kann) und die linsenförmigen Perithecien.

Er gehört daher in eine eigene Gattung. Ob diese aber von *Trichopeltis* verschieden ist, ließe sich sicher nur durch Untersuchung des Typus dieser Gattung *Tr. pulchella* Speg. entscheiden. Nach der Diagnose dieser (Sacc., Syll., IX, p. 1068) zu urteilen, ist sie indessen generisch von der *Tr. reptans* verschieden, schon wegen der dreizelligen Sporen und dem Mangel der Paraphysen.

Ebenso ist es nicht ganz sicher, ob die Gattung *Trichothyrium* Spegazzini wirklich halbierte Perithecien hat oder linsenförmige; im letzteren Falle würde sie mit *Trichopeltopsis* zusammenfallen. Indessen gibt Spegazzini ausdrücklich an, daß die Perithecien halbiert sind, es muß daher die Gattung bis auf weiteres als echte Microthyriacee betrachtet werden.

Die von Raciborski (Bullet. Acad. Cracovie, 1909, p. 379 f.) aufgestellten Arten *Trichothyrium jungermannoides* und *Tr. densum* haben, soweit ich an den Originalexemplaren gesehen habe, halbierte Perithecien, sind also echte Microthyriaceen und dürften richtig eingereiht sein.

Trichothyrium ist habituell der *Asterina reptans* vollkommen ähnlich.

Trichopeltopsis n. g. **Dimerosporio** aff.

Stroma oberflächlich, aus dendritisch verzweigten Bändern bestehend, auf denen die linsenförmigen, mit Ostiolum versehenen, radiär gebauten Perithecien sitzen. Paraphysen vorhanden. Asci dickkeulig, sitzend. Sporen hyalin, zweizellig.

Tr. reptans (B. et C.) v. H.

Syn.: *Asterina reptans* (B. et C.) v. H.
Trichopeltis reptans (B. et C.) Speg., l. c.

326. Asterina consimilis n. sp.

Sterile Hyphen fest angewachsen, dunkelbraun, 5 bis 6 μ breit, derbwandig, septiert, mit abwechselnden, einzelligen, 8 = 6 μ großen Hyphopodien versehen, bis 10 *mm* breite, dünne, allmählich verlaufende, matte, schwärzliche, zusammenfließende Flecke bildend, in denen die mattschwarzen, schildförmigen, 200 bis 250 μ breiten Perithecien gleichmäßig zerstreut sitzen. Perithecienmembran derb, opak, aus 4 bis 6 μ breiten, radial angeordneten, derben Hyphen aufgebaut, mit unregelmäßig radiär zerreißendem Ostiolum; Peritheciumrand dünner, unregelmäßig zerrissen gelappt. Paraphysen regellos verzweigt, oben bräunlich. Asci eiförmig, oben sehr dickwandig, sitzend, vier- bis achtsporig, 45 bis 50 = 24 bis 25 μ. Sporen eiförmig-keulig, zweizellig, beidendig abgerundet, an der Querwand kaum eingeschnürt, 27 bis 28 = 13 μ. Obere Zelle etwas kürzer und breiter als die untere, Inhalt homogen. Sporen lange hyalin bleibend, reif dunkelbraun. Jod färbt die Asci gelb.

An Baumblättern zusammen mit *Dimerosporium minutissimum* v. H. im botanischen Garten von Buitenzorg.

Es ist fraglich, ob die beiden Gattungen *Asterina* und *Seynesia* genügend voneinander verschieden sind. Auch bei den meisten *Seynesia*-Arten kommt ein mehr weniger deutliches Subiculum vor. Jedenfalls sind viele *Seynesia*-Arten eigentlich zu *Asterina* gehörig.

Von den vielen Arten dieser beiden Gattungen, die zum Teil sicher nicht spezifisch voneinander verschieden sind und daher einer Neubearbeitung bedürfen, scheinen mit der beschriebenen Form am nächsten verwandt zu sein: *Asterina goyazensis* P. Henn., *Couapiae* P. Henn., *gibbosa* Gaill., *calotheca* Pat. und *quarta* Rac. (in Herb.). Letztere Art steht nach dem untersuchten Originalexemplar besonders nahe, ist auch äußerlich vollkommen ähnlich, hat aber etwas kleinere Perithecien, deren Bau feiner ist, und kleinere Sporen sowie ein etwas verschiedenes steriles Hyphengewebe.

Seynesia guaranitica Speg., die nach dem Originalexemplar in Balansa, Plant. parag., Nr. 3846, eine typische *Asterina* ist, ist von *Asterina quarta* Rac. wenig oder nicht verschieden.

327. Über Heterochlamys javanica Rac.

Der im Bullet. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 381, beschriebene Pilz kann nach den Angaben und dem Originalexemplar nicht als *Gilletiella* Sacc. et Syd. (Saccardo, Syll. XIV, p. 691) = *Heterochlamys* Patouill. (Bullet. Soc. Mycol. de Fr., 1895, XI, p. 231) nec Turcz. betrachtet werden.

Die Perithecien sind linsenförmig, etwa 320 μ breit und 60 bis 80 μ hoch, stehen einzeln oder verschmelzen zu mehreren zu rundlichen Gruppen. Die obere Hälfte der Peritheciemembran ist etwa 10 μ dick, schwarz, matt, opak, brüchig und besteht aus einigen Lagen von schwarzbraunen, dicht radiär verwachsenen, 3 bis 4 μ dicken Hyphen. Das unregelmäßig rundliche Ostiolum ist 10 bis 16 μ breit. Die untere Peritheciehälfte besteht nur aus einer Lage von radial angeordneten, dicht verwachsenen Hyphen und ist fest mit der Blattcuticula verwachsen. Sie ist durchscheinend braunviolett. Ringsum ist nun das linsenförmige Perithecium mit einem schwarzen, opaken, erst 20 μ dicken, gegen den Rand allmählich dünner werdenden, kreisrunden Flügel versehen, der der Epidermis angedrückt ist, aus radiär verlaufenden, dicht verwachsenen Hyphen besteht und am dünnen Rand unregelmäßig faserig-plektenchymatisch gebaut und ausgefranst ist. Die Breite dieses kreisförmigen Flügels ist sehr verschieden, 140 μ und darüber. Von einem Stroma mit mehreren Ostiola ist nichts zu sehen, doch, wenn mehrere Perithecien miteinander verwachsen und vielleicht zum Teil übereinander geschoben sind, wird ein Stroma vorgetäuscht.

Der Pilz wird ein *Scutellum* oder eine *Micropeltis* sein, je nach der Farbe der Sporen, die nicht sicher bekannt ist.

Bei dieser Gelegenheit muß bemerkt werden, daß der Bau der Microthyriaceen, deren Querschnittsbilder man zumeist noch nicht kennt, bisher noch wenig bekannt ist. Sie werden jetzt zumeist nur nach den Sporen eingeteilt. Es gibt aber solche mit geflügelten, linsenförmigen und solche mit wirklich

schildförmig halbierten (halblinsenförmigen) Perithecien, mit und ohne Ostiola und Paraphysen, mit radiär, parenchymatisch oder faserig-plektenchymatischer, ein- oder mehrzellschichtiger Perithecienmembran usw.

Auch können die Perithecien mit der Basis oder verkehrt angewachsen sein, dabei kann der Nucleus normal oder verkehrt orientiert sein, lauter Verhältnisse, die noch bei den einzelnen Arten studiert werden müssen, bevor ein richtiges System derselben aufgestellt werden kann; das bisherige ist ganz schematisch und daher sicher falsch.

Es frägt sich daher, ob der besprochene Pilz wirklich in eine der beiden genannten Gattungen gehört. Auch ist mir sehr fraglich, ob die Gattung *Gilletiella* nicht auf Irrtum beruht, was nur das Originalexemplar lehren kann.

328. Über Asterina carnea Ell. et Mart.

Meine Vermutung, daß dieser 1883 (Americ. Nat. Bot., XVII, p. 1284; Ellis und Everhart, North. Am. Pyrenomyc., 1892, p. 38) beschriebene Pilz, der in Saccardo, Syll. fung., IX, p. 393, als *Asterella* aufgeführt ist, ein Englerulacee sein werde, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars in Rabenhorst-Winter-Pazschke, Fungi europ., Nr. 4052, völlig bestätigt.

Nach der Originalbeschreibung sind die frischen Perithecien fleischrot und später gelblich. Ich fand dieselben an den 23 Jahre lang aufbewahrten Exemplaren intensiv goldgelb bis chromgelb gefärbt.

Der Pilz bildet auf der Blattunterseite von *Persea palustris* meist randständige, etwa $^1/_2$ *cm* breite, sehr zarte, violettgraue, ganz allmählich verlaufende Mycelrasen, die aus locker stehenden, fest angewachsenen, 3 bis 4 μ breiten, mäßig dünnwandigen, violettbraunen, hie und da mit rundlichen oder halbkugeligen, breit ansitzenden, einzelligen, abwechselnden, etwa 6 = 4 bis 5 μ großen Hyphopodien versehenen, stark verzweigten Hyphen bestehen. Der Verlauf dieser Hyphen ist ganz unregelmäßig wellig-zickzackförmig und meist den Grenzen der Epidermiszellen folgend; ebenso ist die Verzweigung ganz unregelmäßig, zahlreich sind Netzmaschen.

Im mittleren Teile dieses einschichtigen, oft kaum sichtbaren Subiculums sitzen nun in großer Zahl herdenweise und fast rasig die unregelmäßig rundlichen oder knollenförmigen, bis 100 und 150 μ großen und 60 bis 70 μ dicken Perithecien. Diese sind im jungen Zustande mit einer deutlichen, einschichtigen, parenchymatischen, blaßbräunlichen Perithecienmembran versehen, ohne Spur eines Ostiolums. Alsbald tritt jedoch besonders im oberen Teil eine schleimige Histolyse ein; die Perithecienmembranzellen trennen sich voneinander, erscheinen in Schleim eingebettet und nur im unteren Teile der Perithecien bleiben sie im Gewebeverbande.

Das reife Perithecium zeigt nur mehr unten einige Querreihen von etwa 10 μ großen und 6 μ dicken, hyalinen Zellen, von welchen sich vereinzelte kurze, zellig gegliederte, senkrechte Reihen erheben. Die sich sehr ungleichzeitig entwickelnden Asci erscheinen in einem festen, scharf abgegrenzten Schleim eingebettet. Sie sind in der Zahl von 5 bis 10 vorhanden, breit elliptisch, etwa 35 bis 38 = 27 bis 28 μ groß, oben dickwandig, unten mit Ansatzknopf versehen und gehäuft achtsporig. Paraphysen fehlen völlig.

Die Sporen bleiben lange hyalin, werden aber schließlich noch im Ascus dunkelgraubraun; sie sind mäßig dünnwandig, zweizellig, in der Mitte stark eingeschnürt, an den Enden abgerundet und 18 bis 19 = 8 bis 9·5 μ groß. Die beiden Sporenzellen sind eikugelig und fast gleich groß.

Schon die jungen Perithecien scheiden ringsum eine eigentümliche, harzähnliche, aber unlösliche, (an den alten, lang aufbewahrten Exemplaren) gold- bis chromgelbe Substanz aus, welche sie in Form einer dünnen, scholligen, rauhen, unregelmäßigen Kruste einhüllt.

Da der größte Teil der Perithecienmembran durch die schleimige Histolyse verschwindet und die Perithecien von der gelben strukturlosen Masse eingehüllt werden, sieht man an denselben, von den Asci abgesehen, keine Gewebestruktur. Daher machen jüngere Perithecien (ohne Asci) den Eindruck einer tierischen Herkunft.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß sich *Asterina carnea* ganz so wie *Englerula* verhält. Sie weicht eigentlich

nur durch die krustige gelbe Ausscheidung der Perithecien von *Englerula* ab sowie durch das anders gebaute Subiculum.

Diese Unterschiede genügen aber vorläufig nicht zu einer generischen Abtrennung.

Daher muß der Pilz künftighin *Englerula carnea* (E. et M.) v. H. genannt werden.

329. Über Nostocotheca ambigua Starbäck.

Dieser in Bihang till k. sv. Vet.-Ak. Handl., 1899, 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 20, beschriebene Pilz ist dem Autor, wie er selbst angibt, dem Bau und der Stellung nach völlig unklar geblieben. Er räumt ihm schließlich vorläufig eine besondere Stellung neben den Gymnoasceen ein.

Kennt man jedoch den Bau und die Entwicklung von *Englerula Macarangae* P. H. (diese Fragmente, 1909, Nr. 221) und betrachtet man Starbäck's Beschreibung und Abbildung (Taf. I, Fig. 31 bis 33) der *Nostocotheca*, so sieht man sofort, daß er offenbar eine ganz entwickelte Englerulacee vor sich hatte.

Die Asci liegen in einer scharf begrenzten, festen, hyalinen oder gelblich-olivenfarbigen Schleimmasse zu wenigen, sind ei-birnförmig und dickwandig, so wie bei *Englerula*. Die von Starbäck beschriebenen verzweigten, gebüschelten, oben hyalinen, unten dunkel gefärbten Hyphen, die an der Spitze hefeartige hyaline Conidien tragen sollen, sind samt diesen »Conidien« nichts anderes als die Reste der durch eine starke schleimige Histolyse zerstörten Perithecienmembran, welche nun samt den Schläuchen in der festen Schleimmasse eingebettet erscheinen.

Es gehören nun zu den Englerulaceen die vier Gattungen *Englerula* P. Henn., *Hyaloderma* Speg., *Nostocotheca* Starb. und *Schiffnerula* v. H. Während die drei erstgenannten Gattungen typische Englerulaceen mit vollständiger Histolyse der Perithecienmembran sind, bildet *Schiffnerula* einen Übergang zu den Perisporieen, da hier die Verschleimung der Perithecienmembran eine schwächere ist.

Myxasterina v. H. ist eine Microthyriacee, bei welcher die Verschleimung des Nucleus sich ganz so wie bei *Englerula* verhält, die Perithecienmembran jedoch nicht verschleimt.

330. **Schiffnerula** n. gen. (Englerulaceae).

Subiculum dünn, fest angewachsen, Hyphen mit einzelligen Pseudopodien und sitzenden quergeteilten Conidien. Perithecien seitlich an den Hyphen entstehend, blaß, unregelmäßig rundlich, anfänglich deutlich zellig, später infolge schwacher schleimiger Histolyse subanhist. Paraphysen fehlen. Asci eiförmig, wenige. Sporen zu acht, hyalin, zweizellig. Ostiolum fehlend.

Ein merkwürdiger Pilz, mit braunen Hyphen und subhyalinen Perithecien, deren einschichtige Wandung später durch schwache Verschleimung der Zwischensubstanz der Zellen stellenweise, besonders oben strukturlos wird. Die Asci sind in einer festen Schleimmasse eingebettet, die aber wenig entwickelt ist. Die unreifen Perithecien sind deutlich zellig und bräunlich. Der Pilz bildet ein deutliches Übergangsglied von *Englerula* zu *Dimerium* und ist ein Beweis dafür, daß sich die Englerulaceen aus gewissen Perisporiaceen (*Dimerosporium*, *Dimerium* etc.) entwickelt haben. Bei *Englerula*, die braune Sporen hat, ist die schleimige Histolyse viel auffallender und auch die die Asci einschließende Schleimmasse viel mächtiger und aus dem Perithecium hervorbrechend, was bei *Schiffnerula* nicht geschieht.

Die Art der Perithecienbildung an kurzen seitlichen Zweigen der Hyphen ist offenbar eine ganz ähnliche wie bei *Balladyna* Rac. (Parasit. Algen und Pilze Javas, 1900, II, p. 6), welche Perisporiaceengattung jedenfalls verwandt ist. Die eine Art derselben, *B. Gardeniae*, hat schwarze Perithecien, die zweite jedoch (Bullet. Acad. Cracovie, März 1909, p. 373) scheint nach der Beschreibung eine Englerulacee zu sein, da die innere farblose Schicht der Perithecienmembran weiter wächst und die äußere in kleine Stücke zersprengt. Die reifen und sehr kleinen (40 bis 48 μ) Perithecien sollen farblos sein. Die zweizelligen Sporen werden braun und dürfte diese Art (*B. Medinillae* Rac.) eine echte *Englerula* sein. Auch bei *Alina* Rac. (l. c., p. 374) bilden sich die Perithecien an kurzen Seitenzweigen. Die Perithecien und die zweizelligen Sporen sind braun. Ist jedenfalls mit *Dimerium* nahe verwandt.

Schiffnerula mirabilis n. gen. et sp.

Subiculum sehr zart, 1 bis 3 *mm* breite, graubräunliche, allmählich verlaufende, zusammenfließende und oft einen großen Teil der Blattoberseite bedeckende Flecken bildend, auf welchen die Perithecien in Form eines graugelblichen, sehr feinen Mehls erscheinen.

Hyphen fest angewachsen, grau- oder violettbraun, ziemlich gleichmäßig 6 bis 8 μ dick, glatt, locker septiert, mit abwechselnden flachen, rundlich eiförmigen, einzelligen, 10 bis 14 = 8 bis 10 μ großen Hyphopodien und vielen kurzen Seitenzweigen, die 20 bis 40 μ große, rundliche, vielzellig-parenchymatische, braune Perithecienanlagen tragen. Haupthyphen lang, gerade, schwachwellig radial verlaufend, spitzwinkelig langverzweigt. Conidien spärlich, sitzend, sichelförmig, vierzellig, bräunlich, mit blässeren Endzellen, 40 bis 42 = 11 bis 12 μ. Perithecien sehr zahlreich, anfänglich bräunlich, später farblos, seitlich an den Hyphen entstehend, sitzend oder sehr kurz gestielt, häufig zu mehreren miteinander verwachsend, meist unregelmäßig rundlich, knollenförmig, 48 bis 76 = 44 bis 55 μ groß, 1 bis 3 Asci enthaltend, ohne Ostiolum und Paraphysen. Perithecienmembran einzellschichtig, aus 5 bis 6 μ großen, blassen, polygonalen Zellen aufgebaut, die sich später durch schwache schleimige Histolyse besonders oben voneinander trennen, und dann die Perithecienmembran daselbst strukturlos erscheinend. Asci achtsporig, rundlich-eiförmig, sitzend, mäßig derbwandig, 24 bis 36 = 20 bis 28 μ groß, in wenig Schleim eingebettet. Sporen gehäuft, hyalin, in der Mitte an der Querwand eingeschnürt, an den Enden meist abgerundet, ziemlich dünnwandig, 19 bis 24 = 9 bis 12 μ.

Auf der Blattoberseite von *Passiflora* sp. im Walde von Depok bei Buitenzorg, Java, 1894, leg. Prof. Dr. V. Schiffner in Wien, dem die interessante Gattung gewidmet ist.

331. Myxasterina n. gen.

An Blättern von *Strychnos* fand ich einen asterinaartig gebauten Pilz, der die Eigentümlichkeit besitzt, daß der Nucleus aus einer festen, mit Jod sich nicht färbenden, scharf begrenzten,

sich nicht lösenden, hyalinen Schleimmasse besteht, in dem die paraphysenlosen Asci und die baumartig verzweigten, blaßbräunlichen Basalhyphen, auf denen die Asci sitzen, ganz eingebettet sind. Durch Quellung dieser Schleimmasse wird die radiär gebaute, schildförmige, nur oberseits entwickelte Perithecienmembran erst radial zerrissen und dann völlig hinausgebogen, so daß der schleimige Nucleus mit den Asci in Form einer zirka 50 μ dicken und 140 bis 240 μ breiten, weißen, hyalinen Scheibe, die außen ringförmig von den Perithecialappen begrenzt ist, völlig bloß liegt.

Die Asci entspringen als Seitenzweige einem lockeren Hyphengewebe, das sich an der Basis der Perithecien befindet und daselbst eine dünne Schicht bildet. Dasselbe entsteht durch gabelige und quirlige, baumartige Verzweigung eines kurzen Hyphenstammes, der sich im Mittelpunkt der Basis des Peritheciums befindet. Die langen, einfachen oder gabeligen Zweige sind radial nach außen gerichtet und reichen bis zum Rande der Perithecienbasis. An diesen etwas bräunlich gefärbten, 2 bis 3 μ breiten Hyphen sitzen als nach oben gerichtete Seitenzweige die zahlreichen parallel stehenden Asci. Diese sind eibirnförmig bis kurz keulig, oben derbwandig, achtsporig, kürzer oder länger gestielt und 40 bis 50 = 18 μ groß. Die Sporen liegen gehäuft, sind länglich, zuletzt braun, zweizellig, 12 bis 16 = 5 bis 6 μ groß. Ich habe sie nur in den Asci gesehen, weshalb letztere Angaben verbesserungsfähig sein werden. Die Asci färben sich nach längerer Einwirkung von Jodlösung schmutzigviolett.

Die schildförmige, am Rande faserig gelappte Perithecienmembran besteht aus einer Schicht von dunkelbraunen, 3 bis $3^1/_2$ μ breiten, radial angeordneten Hyphen. Der Pilz sitzt in einem dünnen, der Epidermis der Blätter fest angewachsenen Subiculum, das aus unregelmäßig verlaufenden und verzweigten, 5 bis 6 μ dicken, derbwandigen, dunkelviolettbraunen Hyphen besteht. Diese Hyphen sind häufig zu schmalen Bändern verwachsen und zeigen oft kurze eingekrümmte Seitenzweige. Dieselben finden sich niemals unter den Perithecien, laufen hingegen über dieselben hinweg. Offenbar entstehen die Perithecien auf der Unterseite der Hyphen und sind daher, was die

Perithecienmembran anlangt, umgewendet. Die Außenseite ist eigentlich die Basis der Perithecien. Allein dies gilt nur für die Perithecienmembran, nicht für den Nucleus. Dieser ist normal orientiert, denn die Asci sind von der Epidermis abgewendet und nach außen gerichtet, wie Querschnitte deutlich zeigen.

Daß *Asterina* sich ähnlich verhält, gab Raciborski an (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, III, p. 43) allein derselbe sagt nichts über die Lage und Richtung der Asci. Nach meinen Beobachtungen scheint sich *Asterina* ebenso zu verhalten wie *Myxasterina*, die Perithecienwandung ist umgewendet, der Nucleus aber nicht. Jedenfalls weichen diese Pilze von den übrigen Pyrenomyceten dadurch ab, daß sich die Perithecien an der Basis öffnen, was für ihre richtige Charakteristik wichtig ist.

Myxasterina weicht so wesentlich von *Asterina* ab, daß die generische Trennung wohl begründet ist.

Ein ähnliches Verhalten wie *Myxasterina* zeigt *Englerula*, nur daß hier nicht nur der Nucleus aus einem Schleimballen besteht, in dem die Asci eingelagert sind, sondern auch die Peritheciummembran eine schleimige Histolyse eingeht, so daß schließlich das ganze Perithecium im festen Schleim eingehüllt ist.

Es fragt sich, ob es nicht zweckmäßig wäre, die Charakteristik der Englerulaceen so zu erweitern, daß auch *Myxasterina* zu denselben gestellt werden könnte. Mir schiene dies das Richtige, da die nahe Verwandtschaft von *Englerula* mit *Myxasterina* evident ist. Ich gebe nun die Charakteristik von *Myxasterina*.

Myxasterina n. gen.

Perithecienmembran und Subiculum wie bei *Asterina*. Nucleus aus einer festen Schleimmasse bestehend, in dem die Asci ohne Paraphysen eingelagert sind. Schließlich wird die umgewendete Perithecienmembran durch die Quellung des Nucleus radiär zersprengt und der Nucleus ganz frei, seitlich von den Lappen des Peritheciums begrenzt. Asci einem radiär angeordneten, basalen, lockeren Hyphengewebe entspringend, kurz gestielt. Sporen braun, zweizellig.

Myxasterina Strychni v. H.

Siehe obige Beschreibung. An Blättern von *Strychnos*-Arten. Depok, Java.

Schließlich bemerke ich, daß es auch echte *Asterina*-Arten gibt, bei welchen die Perithecienmembran durch Quellung des Nucleus ganz hinausgebogen wird und schließlich nur als schmaler Rand erscheint. Insbesondere ist dies nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Puiggari bei *Asterina pseudopelliculosa* Speg. der Fall. Hier ist jedoch von einer die Asci einhüllenden, festen Schleimmasse nichts zu sehen, liegt also eine echte *Asterina* vor. Indessen ist das Exemplar alt und schlecht.

332. Über die Diplotheca-Arten P. Hennings'.

Der Genannte hat drei von Ule gesammelte, auf Cacteen bei Rio de Janeiro wachsende Ascomyceten als *Diplotheca*-Arten eingereiht. Wie im folgenden auseinandergesetzt wird, sind diese Arten teils zu *Myriangium*, teils zu *Peltosphaeria* gehörig.

1. *Diplotheca Uleana* P. Henn. (Hedwigia, 1898, p. [205]) ist nach dem Originalexemplar ein typisches *Myriangium*, das *M. Uleanum* (P. H.) v. H. zu heißen hat. Perithecien sind nicht vorhanden. Die Stromata sind klein, unregelmäßig warzig, knollenförmig, innen und außen kohlig und bestehen ganz aus kleinen, schwarzen, offenen Parenchymzellen. Die etwa 44 = 32 bis 35 μ großen, kugelig-eiförmigen, dickwandigen Asci stehen in ein bis zwei Reihen und enthalten acht geballte, meist mit drei Querwänden versehene, eigentlich hyaline, sich aber durch Diffusion des Stromafarbstoffes schließlich schmutzigbräunlich färbende, bis 27 = 8 μ große Sporen, die hie und da eine unterbrochene Längswand aufweisen.

Die Asci werden schließlich durch Zerfall des oberen Teiles der Stromata frei, ganz so wie bei *Myriangium Duriaei* M. et B. Die Stromata stehen auf rundlichen oder länglichen Flecken, sich oft gegenseitig berührend und abplattend, dicht gedrängt, wodurch sich diese Art von der folgenden schon habituell unterscheidet.

2. *Diplotheca Rhipsalidis* P. Henn. (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. [206]) ist nach dem Originalexemplar aus dem königl. botanischen Museum in Berlin ebenfalls ein ganz typisches *Myriangium*, das *M. Rhipsalidis* (P. H.) v. H. zu heißen hat. Die rundlichen, fast linsenförmigen, bis 500 μ breiten und etwa 200 μ dicken Stromata liegen flach auf und sind so wie bei der vorigen Art nur in der Mitte befestigt und daher leicht ablösbar. Sie bestehen ganz aus einem kohligen Parenchymgewebe, das aus polyedrischen, 3 bis 4 μ breiten Zellen zusammengesetzt ist und in dem in etwa zwei Reihen die Asci eingebettet sind. Diese sowie die Sporen sind etwas kleiner als bei voriger Art. Die Stromata stehen stets über Spaltöffnungen und sind locker zerstreut. Die Atemhöhlen der Spaltöffnungen sind mit lockerstehenden dicken, hyalinen, weichen, gelatinösen, oft spiralig oder wellig gekrümmten Hyphen, die strahlig angeordnet sind und gegen die Spaltöffnung hin zielen, ausgefüllt. Wo sie in der Spaltöffnung selbst zusammentreffen, werden sie plötzlich sehr dünn (1 bis 1·5 μ) und bilden ein ganz dichtes parallelfaseriges, farbloses Plektenchym, das außerhalb der Spaltöffnung schwarz wird und das Stroma trägt. Es ist sehr auffallend, daß sich die kohlig-brüchigen schwarzen Stromata aus gelatinösen, hyalinen Hyphen entwickeln. Da der Pilz ein ganz typisches *Myriangium* ist, so zweifle ich nicht daran, daß sich auch die anderen Arten dieser merkwürdigen Gattung so verhalten werden, was noch zu untersuchen sein wird.

Die *Myriangium*-Stromata brechen nicht hervor, sie entstehen erst ober der Cuticula. Die gegenteiligen Angaben bei Hennings sind falsch.

Viele Stromata kommen gar nicht zur Entwicklung und dann werden die Spaltöffnungs-Atemhöhlen ganz mit einem gelblichen, faserigen Hyphengewebe ausgefüllt, die Epidermis wird an solchen Stellen etwas vorgewölbt, man sieht gelbliche bis orangegelbe flache Warzen, die oben die mit einem schwarzen Hyphenpfropf ausgefüllte Spaltöffnung zeigen.

3. *Diplotheca? Cerei* P. Henn. (Hedwigia, 1899, 38. Bd., p. [64]) ist nach dem Originalexemplar eine einfache Sphaeriacee, eine ganz typische *Peltosphaeria*, die *P. Cerei* (P. Henn.)

v. H. zu heißen hat. Die Perithecien sind unter der Epidermis (wahrscheinlich stets unter Spaltöffnungen) eingewachsen, schwarz, unten dünnwandig und häutig-lederig, oben dickwandig und clypeusartig entwickelt. Sie stehen zerstreut, ragen halbkugelig vor und sind 400 bis 500 μ breit. Das gut entwickelte rundliche Ostiolum ist flach und 45 μ breit. Paraphysen dünnfädig, sehr zahlreich, verklebt und die Asci überragend. Die Asci sind keulig, sehr verschieden, bis über 120 ≈ 36 μ groß und zeigen meist zweireihig acht Sporen. Diese sind meist elliptisch, derbwandig, hyalin, mit einer Schleimhülle versehen und bis 28 bis 32 ≈ 14 bis 16 μ groß. Sie haben sieben bis acht Querwände und zwei bis drei unterbrochene Längswände und sind reich an Öltröpfchen.

Die Art schließt sich sehr gut an die bisher bekannten wenigen *Peltosphaeria*-Arten und ist weder in dieser, noch in den verwandten Gattungen bisher beschrieben.

333. Über die Gattung Seuratia Pat.

An beliebigen derben Baumblättern findet sich in Java sehr häufig ein eigentümlicher, ganz oberflächlich sitzender, knorpelig-gelatinöser, olivenbrauner, unregelmäßig sternförmiger, epiphytischer Organismus, den ich stets nur in unreifem Zustand antraf und daher nicht weiter beachtete.

Nachdem ich durch Herrn M. Raciborski die von ihm (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia, 1900, III. T., p. 41) als *Atichia Millardetii* bezeichnete Pflanze[1] kennen gelernt hatte, sah ich, daß der erwähnte Epiphyt das Jugendstadium der *Atichia Millardetii* ist. Da ich nun fand, daß ähnliche Organismen schon früher und seither mehrfach beschrieben wurden, beabsichtige ich im folgenden einige bibliographische Angaben über dieselben zu machen. Derselbe Organismus wurde von Solms-Laubach schon vor längerer Zeit auf Java gefunden. R. Wagner (Österr. bot. Zeitschr., 1900, p. 305) besprach die Solms-Laubach'schen Exemplare, fand, daß sie nur mit *Atichia*

[1] Eine ausführlichere Beschreibung gab Raciborski erst jüngst (Bull. Acad. Cracovie, 1909, p. 369). Daselbst sagt er, daß der Organismus manchen Flechten und den Algen *Catenella Opuntia* und *Gelidium crinale* ähnlich ist.

Mosigii Flot. verglichen werden können und stellte hierfür die neue Gattung *Atichiopsis* auf (*A. Solmsii* R. Wagn.).

Da *Atichiopsis Solmsii* R. Wagn. vom Autor nicht näher charakterisiert wurde, muß dieser Name als Nomen nudum betrachtet werden.

Hierauf beschrieb 1904 N. Patouillard (Bull. soc. myc. France, XX. Bd., p. 136) die *Seuratia coffeicola* von den Gambierinseln. Aus seiner ausführlichen Beschreibung mit Abbildung geht hervor, daß er denselben Organismus vor sich hatte. Er gibt zwar an, daß die zweizelligen Sporen hyalin sind, während, wie Raciborski sagt und ich selbst sah, die Sporen schließlich dunkelbraun werden; indessen wird die Pflanze meist unreif gesammelt und bleiben die Sporen sehr lange hyalin.

In der Tat konnte ich mich an einem (unreifen) mir von Herrn N. Patouillard gütigst gesendeten Originalexemplar der *Seuratia coffeicola* von der völligen Identität beider Pflanzen überzeugen.

Patouillard beschreibt die ganze Pflanze als Perithecium und rechnet sie zu den Capnodiaceen, was beides unmöglich ist. Später (Bull. soc. myc., 1906, XXII. Bd., p. 53, Taf. I, Fig. 3) führt Patouillard die Pflanze aus Tahiti auf, verbessert seine Beschreibung derselben und sagt, daß die Analogie der Pflanze mit *Capnodium* zwar sehr groß, aber die Verwandtschaft von *Seuratia* noch dunkel ist.

An derselben Stelle (l. c., p. 54, Taf. I, Fig. 4) beschreibt er noch eine zweite Art, *Seuratia Vanillae*, welche aber nicht sternförmig, sondern kugelig ist. Trotz dieser großen Formabweichung scheint es mir nach Patouillard's Angaben und Zeichnungen in der Tat, daß diese zweite Art eine echte *Seuratia* ist.

Hier sei bemerkt, daß Saccardo (Syll. Fung., XVII, p. 558) angibt, daß der Hyphomycet *Heterobotrys paradoxa* Sacc. das Jugend- oder Conidiumstadium von *Seuratia coffeicola* ist. Obwohl sowohl die Beschreibung der *Heterobotrys paradoxa* (Michelia, II, p. 124) als auch die Abbildung (Fungi italici, Taf. 807) dafür durchaus nicht sprechen, ist es nach den Angaben in Michelia, II, p. 403, doch sicher, daß in *Hetero-*

botrys ein Organismus vorliegt, der Beziehungen zu *Seuratia* hat, was aber nur ein vergleichendes Studium feststellen könnte.

P. Vuillemin beschrieb ferner 1905 (Bull. soc. mycol., XXI. Bd., p. 74) die *Seuratia pinicola* n. sp., die nach den ausführlichen Angaben und den Figuren auf Taf. IV offenbar ein mit *Seuratia coffeicola* verwandter Organismus und sicher mit *Atichia Mosigii* identisch ist. Die Sporen sind anscheinend bleibend hyalin und zerfallen bei der Keimung meist in ihre zwei Hälften.

Vuillemin stellt für die Gattung *Seuratia* die Familie der *Seuratiaceae* auf, welche er zu den *Perisporiales* rechnet. Er sagt aber gleichzeitig (l. c., p. 79), daß sie den Celidiaceen nahe steht. Da die letzteren zu den Arthonieen (Discomyceten) gehören, erscheint Vuillemin's Ansicht unklar.

Weitere ähnliche Bemerkungen über *Seuratia* machte Vuillemin in Comptes rendus hebdom., 1908, 146. Bd., p. 307.

Schließlich wurde *Seuratia coeffeicola* nochmals 1907 von Ch. Bernard (Bull. du Dep. de l'Agric. aux Indes Néerland., No. 9, p. 1, Taf. I) als *Capnodium stellatum* im nicht ganz reifen Zustande beschrieben. Bernard rechnet aber hierzu verschiedene Nebenfruchtformen, die nichts damit zu tun haben.

Auch eine von Bernard zu *Capnodium javanicum* Zimm. gerechnete Nebenfruchtform (l. c., p. 20, Taf. II, Fig. 34 bis 36) könnte eine *Seuratia* sein.

Aus den gemachten Angaben geht hervor, daß die Seuratiaceen ihrer Stellung nach ganz zweifelhaft sind. Sicher ist mir, daß sie mit den Capnodiaceen gar nichts zu tun haben. (Seither stellte ich fest, daß *Seuratia* = *Atichia* ist und eine an die epiphytische Lebensweise angepaßte Saccharomyceten-Gattung darstellt [Ann. Buitenzorg, 1909]).

334. Über zwei Montagnella-Arten.

Daß die ungenügend bekannte Gattung *Montagnella* Speg. viele ihr fremde Elemente enthält, beweist der Umstand, daß von den drei mir vorliegenden Arten zwei nicht dazugehören.

1. *Montagnella tumefaciens* E. et H. (Journ. of Mycol., 1886, II, p. 41) ist nach dem Exemplar in Ellis u. Everh., Fung.

Columb., No. 1230 (On *Bigelovia graveolens*), eine Heterosphaeriacee (Discomyceten) aus der Gattung *Phaeoderris*. Das untersuchte Exemplar stellt die var. *reducta* E. et Ev. (Torrey bot. Club, 1898, p. 513) dar; die Normalart (auf *Artemisia*) kenne ich nicht, sie ist aber von der Varietät angeblich nur in den Sporen verschieden.

Montagnella tumefaciens E. et Harkn. steht der *Leptosphaeria caespitosa* Niessl in J. Kunze, Fungi selecti exsicc., No. 77 (Original), auf *Artemisia campestris* sehr nahe und wächst wie diese auf *Artemisia*. Beide gehören vielleicht sogar in den Formenkreis derselben Art.

Äußerlich gleichen sie sich vollkommen. Die etwas verschiedenen Sporen sind sehr variabel, wie schon aus den Angaben von Kunze im Gegensatze zu Winter (Pyrenomyceten, p. 475) sowie aus der Aufstellung der Var. *reducta* mit viel kürzeren Sporen hervorgeht.

Von *Leptosphaeria caespitosa* Niessl habe ich aber schon 1907 (Österr. bot. Zeitschr., Nr. 9) angegeben, daß es eine *Phaeoderris* ist. Dasselbe gilt nun auch, wie der direkte mikroskopische Vergleich zeigte, für *Montagnella tumefaciens*, die nun *Phaeoderris tumefaciens* (E. et H.) v. H. zu heißen hat.

2. *Montagnella Heliopsidis* (Schw.) Sacc. (Syll., II, p. 646). Schweinitz als *Dothidea*. Die vorliegenden zwei Exemplare dieser Art (Rabh.-W., F. europ., 3561, und E. u. Ev., F. Columb., 839) sind zwar unreif, dünne Quer- und Medianschnitte zeigten jedoch, daß der Pilz auch eine Heterosphaeriacee ist und, da die Sporen, wie bekannt, braun und phragmospor sind, auch zu *Phaeoderris* gehören muß. Er ist sogar sicher mit *Ph. caespitosa* (N.) v. H. und *Ph. tumefaciens* (E. et H.) v. H., wie der Vergleich der Diagnosen ergibt, nahe verwandt und wächst ebenso wie diese Arten auf Compositen. Mit *Montagnella* hat der Pilz gar nichts zu tun. Er muß *Phaeoderris Heliopsidis* (Schw.) v. H. heißen.

335. Über **Yoshinagaia Quercus** P. Henn.

Diese Form wurde von P. Hennings in Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 143, beschrieben und als Coccoidacee eingereiht. Die Untersuchung des Originalexemplars aus dem königl.

Herbar in Berlin zeigte mir nun, daß auf der Oberseite der Eichenblätter drei zusammengehörige Pilzformen vorkommen, ein Schlauchpilz und zwei Pycnidenpilze. Der Schlauchpilz ist ein ausgesprochener Discomycet mit ganz unreifen Asci ohne Sporen, die Pycnidenpilze gehören zu den Sphaerioideen und Excipuleen und stellen offenbar zwei neue Formgenera dar. Hennings hat nun unachtsamerweise diese drei voneinander ganz verschiedenen Formen miteinander vermengt und so aus den Eigenschaften dreier Pilze eine Beschreibung erhalten, der keine existierende Form entspricht.

Yoshinagaia im Sinne Hennings' existiert daher nicht und muß gänzlich gestrichen werden. Der Name *Yoshinagaia* könnte nur erhalten bleiben, wenn es sich herausstellen sollte, daß der Ascuspilz ein neues Genus darstellt, was sich jetzt, da derselbe ganz unreif ist, nicht entscheiden läßt, aber wahrscheinlich ist.

1. Schlauchform. Die Ascomata sind rund, schwarz (mit einem Stich ins Violette), polster- oder halblinsenförmig, höckerig-rauh und matt, zerstreut angeordnet, der Epidermis flach aufliegend, leicht ablösbar, bis etwa 1·2 *mm* breit und 350 bis 380 μ dick, mit der bis auf 150 bis 250 μ Breite obkonisch verschmälerten Basis einem braunen, auf die Basis des Pilzes beschränkten Hyphengewebe, das sich in und unter der Epidermis entwickelt, entspringend. Der Pilz sitzt mit der obkonischen Basis der oberen Palisadenzellschicht flach auf, muß also anfänglich die Epidermis durchbrechen.

Das etwa 50 μ dicke Epithecium besteht aus vielen Schichten unregelmäßig angeordneter, offener, schwarzer, polyedrischer, 5 bis 12 μ breiter Parenchymzellen und setzt sich, etwas dünner werdend, als Excipulum bis zur Basis des Ascoms fort. Die äußeren Zellen dieser schwarzen Außenschicht zerfallen kohlig und bilden so die warzig-rauhe Oberfläche des Pilzes. Das sich anschließende Hymenium besteht aus paraphysenlosen, dicht stehenden, keuligen, mäßig dünnwandigen, 75 bis 140 = 12 bis 20 μ großen Asci, deren homogener unreifer Inhalt viel Glykogen aufweist. Die Asci sind oben abgerundet und am breitesten, nach unten allmählich in einen dicken Stiel verschmälert. Das Hypothecium ist in der

Mitte etwa 230 μ dick, im oberen Teile fast hyalin, im unteren schwach violettbraun gefärbt. Das ganze innere Gewebe besteht aus in der Basis parallelen, nach oben hin regelmäßig radiär angeordneten, etwa 4 bis 6 μ dicken, deutlich zellig gegliederten Hyphen. Außen und oben sind die Hyphen kurzgliedrig, wird also das Gewebe mehr parenchymatisch. Im mittleren Teile zerfallen die Hyphen in längliche hyaline Zellen, zwischen welchen lufterfüllte Interzellularräume auftreten.

Da Schlauchsporen völlig fehlen, läßt sich diese eigentümliche Form nicht einreihen. Die von Hennings beschriebenen Sporen rühren von den beiden Conidienpilzen her, wie aus seinen Skizzen im Herbar ohne weiteres klar wird.

Dem Baue nach ist der Pilz mit *Tryblidium*, *Tryblidiopsis*, *Tryblidaria* und *Pseudographis* verwandt. Er dürfte aber eine neue Gattung darstellen, schon wegen der charakteristischen Nebenfruchtformen.

2. Excipulacee. Zwischen den Ascomaten kommt eine fast gleich aussehende und auch dem Gewebeaufbau nach ganz gleiche Form vor mit den gleichen Wachstumsverhältnissen, die sich nur dadurch von denselben unterscheidet, daß die kohlige parenchymatische Außenschicht mächtiger, nämlich bis 180 μ dick ist, daher der Pilz außen rauher und grobwarziger ist und daß das Schlauchhymenium durch ein Conidienhymenium ersetzt ist. Dieses besteht aus büschelig verzweigten Sporenträgern, die hyaline, meist keulig-spindelförmige, an einem Ende meist lang ausgezogene, zwei- bis vierzellige, 30 bis 60 = 6 μ große Conidien bilden, deren Form und Größe sehr variabel ist.

Diese Conidienform ähnelt sehr der Gattung *Excipulina*, dürfte aber besser als eigene Formgattung betrachtet werden, für die ich den Namen *Japonia* vorschlage. Die Form hat *Japonia Quercus* v. H. zu heißen.

3. Sphaerioidee. Neben diesen Pycniden finden sich noch ebenso oberflächlich wachsende, etwas kleinere, bis 800 μ breite, rundliche Stromata vor, die in gleicher Weise nur in der Mitte befestigt sind und ebenfalls aus unten senkrechten, nach oben schwach strahlig angeordneten Zellreihen von ähnlicher Beschaffenheit bestehen, die aber rundliche, glatte, etwa 250 μ

breite, zu fünf bis zehn botryös gehäufte, kohlig-ledrige Pycniden tragen. Diese haben ein unechtes, erst sehr kleines, unregelmäßig zerrissenes, sich später bis 90 μ weit öffnendes Ostiolium und enthalten zahlreiche, gelblich hyaline, ölreiche, zartwandige, spindelförmige, meist zwei-, doch auch drei- bis vierzellige, 25 bis 36 = 5 bis 8 μ große Sporen auf kurzen Trägern.

Diese Form gehört sicher auch zum Schlauchpilz als Nebenfrucht, wie schon aus derselben Gewebsbeschaffenheit und derselben Art des Wachstums hervorgeht.

Die Form stellt offenbar ein neues Formgenus dar und kann in keine der bestehenden Gattungen ohne Zwang eingereiht werden. Ich schlage für dasselbe den Namen *Microperella* vor, da es mir mit *Micropera* verwandt scheint.

Microperella n. gen.

Stroma oberflächlich, außen kohlig, innen fleischig, nur in der Mitte angewachsen. Pycniden mit breiter Basis demselben aufsitzend, kugelig, mit Mündung, traubig gehäuft. Sporenträger einfach oder büschelig verzweigt.

Sporen hyalin, phragmospor.

Microperella Quercus v. H.

Auf der Oberseite der Blätter von *Quercus glauca*, Japan. Leg. Yoshinaga, 1902. Herbar Berlin.

Behält man die obigen Angaben im Auge und vergleicht nun Henning's Beschreibung der *Yoshinagaia* damit, so erkennt man, daß sich diese auf Eigenschaften aller drei Pilze bezieht.

Japonia n. g. **(Excipulaceae).**

Pycniden oberflächlich, scheibenförmig, unten kurz obkonisch verschmälert aufsitzend, anfänglich die Epidermis durchbrechend. Außen kohlig, parenchymatisch, innen weichfleischig, aus radiär angeordneten Hyphen aufgebaut. Hymenium aus gebüschelt verzweigten sporentragenden Hyphen bestehend. Sporen einzeln endständig, hyalin, phragmospor, keulig-spindelig, am unteren Ende stielartig verlängert.

Japonia **Quercus** v. H. Beschreibung siehe oben.

Auf der Oberseite der Blätter von *Quercus glauca*, Japan. Leg. Yoshinaga 1902. Herbar Berlin.

336. Lecideopsis (?) coeruleo-atra n. sp.

Ascomata unberandet, mattschwarz, halbkugelig, oberflächlich, 200 bis 350 μ breit, zirka 120 μ dick, konzentrisch in 2 bis 3 *mm* breiten rundlichen Gruppen oder Rasen, die oft miteinander verschmelzen, angeordnet, häufig zu mehreren verwachsen. Gehäuse völlig fehlend. Gewebe knorpelig-gelatinös, blauschwarz. Asci und Paraphysen einer festen, blaßblaugrauen Gallerte eingelagert. Ascomata einer 5 bis 12 μ dicken, aus fast schwarzen, dünnen, plektenchymatisch dicht verflochtenen Hyphen bestehenden, unter den äußeren Zellschichten, parallel mit der Substratoberfläche verlaufenden, häutigen, eingewachsenen, stellenweise hervorbrechenden stromaartigen Gewebsschicht aufsitzend. Hypothecium schwarzblau, bis über 40 μ dick, dicht kleinzellig. Paraphysen radiär angeordnet, einfach oder wenig verzweigt, 4 bis 6 μ breit, mit deutlichen Querwänden, oben ein dünnes, schwarzes Epithecium bildend. Asci achtsporig, eiförmig bis fast kugelig, unten in einen 20 bis 30 μ langen fädigen Stiel plötzlich verschmälert, dickwandig, 50 bis 60 = 28 μ. Sporen gehäuft, zweizellig, hyalin bis sehr schwach bräunlich, länglich-elliptisch, an der Querwand kaum eingeschnürt, an den Enden abgerundet, mit körnigem Inhalte, 20 bis 24 = 7 bis 8 μ, zartwandig, außen etwas schleimig.

An einer glatten Baumrinde. Brasilien. São Paulo. Prope Buituba haud procul a Sorocaba, ca. 600 *m* s. m. Leg. Wettstein et Schiffner, VIII, 1901.

Leider ist der Name der Nährpflanze nicht bekannt. Die glatte dünne Rinde hat Bastfasern und sklerotisierte Markstrahlen und gehört sicher einem dicotylen Holzgewächse, vielleicht einer Cupulifere an.

Dem Baue nach stimmt der Pilz ganz gut zu den Gattungen *Conida* und *Lecideopsis*, doch ist derselbe sicher nahe mit *Arthotheliopsis Calami* (Rac.) v. H. verwandt und dürfte daher

besser zu den Agyrieen gestellt werden, die ja den Arthonieen nahe stehen. Dafür spricht namentlich die ganz oberflächliche Lage der Apothecien und die radiale Anordnung der Asci und Paraphysen.

337. Cenangium (Cenangina) Inocarpi (P. Henn.) v. H.

Ascomata ganz oberflächlich, 0·5 bis 1·1 *mm* breit, 200 μ dick, lederig, aus dem Flachkonkaven ganz flach, scheinbar unberandet, unten bis 200 μ verschmälert und einer 400 μ breiten, in der Mitte etwa 60 μ dicken, gegen den Rand dünn zulaufenden, sehr kleinzellig-plektenchymatischen Scheibe angedrückt aufsitzend, hell ockergelb, unten blässer und matt, kahl, einzeln oder in kleinen Gruppen ohne Fleckenbildung stehend. Hypothecium farblos, zirka 140 μ dick, dreischichtig. Subhymenialschicht 20 bis 30 μ dick, sehr kleinzellig-plektenchymatisch, Mittelschicht 60 μ dick, aus isodiametrischen, 4 bis 8 μ breiten, derbwandigen, polyedrischen Zellen aufgebaut; Excipularschicht 60 μ dick, aus 4 μ breiten, palisadenartig angeordneten Reihen von rechteckigen Zellen, deren äußere gelblich gefärbt sind und schwach konvex vorstehen, gebildet. Apothecienrand abgerundet, Excipulum nicht oder wulstig vorragend. Hymenialschicht 55 bis 60 μ dick; Paraphysen zahlreich, 1·5 μ dick, fädig, steif, oben konisch oder köpfig bis 4 μ verbreitert, die Asci wenig überragend und ein farbloses Epithecium bildend. Asci achtsporig, sitzend, oben abgerundet stumpf, 45 bis 48 = 5 μ. Sporen hyalin, einzellig, manchmal scheinbar zweizellig, mit vier Öltröpfchen, länglich, gerade, an den Enden abgerundet, 6 bis 10 = 2 bis $2^1/_2$ μ, meist sich schief deckend einreihig im Ascus liegend. Jod färbt den mittleren Teil des Ascus, der glykogenreich ist, rotbraun. Nach längerer Einwirkung der Jodlösung werden die Asci bläulich.

An einem ledrigen Baumblatt, Tjiburrum bei Tjibodas am Gedeh, Java, leg. Schiffner 1894. Auf Blättern von *Inocarpus edulis*, Neuguinea, Finschhafen, leg. Warburg 1889.

Meine Vermutung, daß der in Java gesammelte Pilz mit dem von Hennings (Engler's Botan. Jahrb., 1894, XVIII, Beibl. Nr. 44, p. 40) aus Neuguinea beschriebenen *Helotium Inocarpi* identisch sein werde, hat sich durch Untersuchung

des Originalexemplars aus dem königl. Museum in Berlin als richtig erwiesen.

Der Pilz sieht zwar helotiumähnlich aus, hat aber mit dieser Gattung gar nichts zu tun.

Ähnliche Pilze scheinen auch zu sein *Helotium hyphicola* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 69) und *Pezicula Herminiera* Rabh. (Hedwigia, 1878, 17. Bd., p. 116), die ich aber nicht vergleichen konnte. Sehr ähnlich und nahe verwandt ist auch *Helotium Schenckii* P. Henn. (Engler's Bot. Jahrb., 15. Bd., 1893, Beibl. Nr. 34, p. 16), das auch zu *Cenangium (Cenangina)* gehört. Siehe diese Fragmente Nr. 338.

Ist eine interessante Form, die einem ungestielten *Helotium* oder einer *Orbilia* sehr ähnelt. Allein der Bau der Apothecien lehrt, daß eine Dermateacee vorliegt. Die echten Dermateaceen sind, soweit sie näher bekannt sind, hervorbrechende Pilze, während der vorliegende gleich einer Microthyriacee ganz oberflächlich sitzt. Der Stiel ist auf eine flachkonische, 60 μ dicke Scheibe reduziert, welcher das Apothecium flach angedrückt ist, das sich samt der Scheibe vom Substrate leicht ablösen läßt. Auch die Paraphysen sind etwas abweichend geformt und erinnern an *Orbilia*. Die Sporen sind zweifellos einzellig, zeigen aber vier Plasmatröpfchen; manchmal sind sie scheinbar zwei- bis vierzellig. Der geschilderte Gehäusebau ist jedoch typisch cenangiumartig.

Ich zweifle nicht, daß in den Tropen noch viele ähnliche Formen vorkommen, von denen manche gewiß schon an falscher Stelle beschrieben und eingereiht sind.

Vielleicht empfiehlt es sich, die ganz oberflächlichen, wohl meist blattbewohnenden *Cenangium*-Arten in ein eigenes Genus oder Subgenus *Cenangina* zu stellen.

338. Über Helotium Schenckii P. Henn.

Unter diesem Namen wurde (Engler's Bot. Jahrb., 1893, 15. Bd., Beibl. 34, p. 16) in ganz unkenntlicher und irreführender Weise ein mit *Cenangium (Cenangina) Inocarpi* (P. Henn.) v. H. nahe verwandter, aber doch völlig verschiedener Pilz beschrieben.

Die Untersuchung des Originalexemplars aus dem königl. bot. Museum in Berlin zeigte mir, daß der Pilz ganz so wie ein kurzgestieltes, ockergelbes *Helotium* aussieht. Derselbe sitzt ganz oberflächlich und zerstreut auf den lebenden Blättern einer *Marcgravia*. Der ganz kurze, dicke Stiel sitzt auf einer weißlichen, kleinzellig-plektenchymatischen, gegen den Rand dünnhäutig werdenden Scheibe, die der Cuticula des Blattes aufsitzt und leicht ablösbar ist. Der innere Aufbau ist ganz so wie bei *Cenangina Inocarpi*, nur daß das Gewebe etwas gröber und das Hypothecium dicker ist. Der Pilz ist daher derber. Die keuligen, dünnwandigen Asci sind nach abwärts stielartig verschmälert und meist $70 \asymp 5$ bis $6^1/_2$ μ groß. Sie färben sich mit Jod, so wie etwas schwächer auch die Paraphysen, blaß schmutziggraublau und bei längerer Einwirkung schön blau.

Die Paraphysen sind sehr zahlreich, fädig, 3 μ dick, mit deutlichem Inhalt, nach oben werden sie etwas breiter und bilden einen 4 μ breiten Kopf, der mit einer stark lichtbrechenden, dunkelgelben Masse, die oft eckig ist, ausgefüllt ist. Diese Köpfe stoßen dicht aneinander und überragen die Asci nur wenig. Die Sporen stehen im Ascus zu acht schief einreihig bis zweireihig, sind hyalin, meist spindelförmig, beidendig spitz und meist 8 bis $10 \asymp 2$ bis 3 μ groß; doch treten auch bis $15 \asymp 2 \cdot 5$ μ große Sporen auf. Sie sind meist einzellig mit zwei bis vier undeutlichen Öltröpfchen, zuletzt schon im Ascus oft deutlich zweizellig.

Man sieht, daß der Pilz ganz anders aussieht, als ihn Hennings beschreibt. Merkwürdig sind die Jodfärbung der Asci und die Paraphysen. Die gelbe, glänzende Masse in den Köpfchen der Paraphysen ist unten meist quer scharf abgeschnitten.

Der Pilz ist trotz der oft deutlich zweizelligen Sporen äußerlich und dem Baue nach ganz ähnlich der *Cenangina Inocarpi* und bei flüchtigem Vergleiche leicht damit zu verwechseln. Mit *Helotium* hat er nur die äußere Ähnlichkeit gemein. Wegen der zum Teil zweizelligen Sporen sollte er als *Cenangella* betrachtet werden, da aber bei Discomyceten die Sporen sehr häufig bald einzellig, bald zwei- bis vierzellig vorkommen, kann auf das Auftreten einer Querwand in den

Sporen bei diesen kein Gewicht gelegt werden, insbesondere wenn die Sporen klein sind.

Der Pilz ist *Cenangium (Cenangina) Schenckii* (P. Henn.) v. H. zu nennen.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Helotium helvolum* (Jungh.) Pat. in Raciborski, Parasitische und epiphytische Pilze Javas (Bullet. Acad. Cracovie, 1909, p. 393), von *Helotium helvolum* Pat. (in Annal. Jard. bot. Buitenzorg, 1897, I. Suppl., p. 120) jedenfalls verschieden ist. Der von Raciborski beschriebene Pilz ist das echte *Cenangium helvolum* (Jungh.) Sacc., das ich in diesen Fragmenten, VI. Mitt., 1909, Nr. 245, genau beschrieben und abgebildet habe.

Raciborski fand die Sporen schon im Ascus schließlich zweiteilig, was ich trotz meines reichen und reifen Materials nie gesehen habe und das wieder zeigt, daß in dieser Pilzgruppe auf die Sporenteilungen weniger Gewicht zu legen ist.

339. Über Peziza dematiicola B. et Br.

Peziza (Mollisia) dematiicola Berk. et Broome. C. E. Broome, 31. 3. 1863. Ann. nat. Hist., 1865, III. Ser., 15. Bd., p. 446.
Lachnella dematiicola (B. et Br.) Phillips, Brit. Discomyc., 1887, p. 265.
Trichopeziza dematiicola (B. et Br.) Sacc., Syll., VIII, p. 414.

Meine Vermutung, daß diese Art mit der von mir beschriebenen *Dasyscypha Heimerlii* (siehe diese Fragmente, I. Mitt., 1902, p. 1002) identisch ist, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars bestätigt. Die Broome'schen Stücke sind im ganzen kräftiger entwickelt, die Haare eine Spur derber, man sieht aber beim mikroskopischen Vergleich sofort, daß derselbe Pilz vorliegt. Der englische Pilz sitzt genau so wie der des Wienerwaldes zwischen schwarzen, einfachen, spitzen, steifen Sporenträgern eines Hyphomyceten auf morschem Holze.

Der Pilz hat zu heißen *Dasyscypha dematiicola* (B. et Br.) v. H.

340. Über Peziza helminthicola Bloxam.

Peziza helminthicola Bloxam, Herb. Kew. Troycross, 302.

Dieser Pilz wird von Berkeley und Broome (Ann. nat. Hist., III. Ser., 1865, 15. Bd., p. 446) und nach diesen von Sac-

cardo, Phillips und Schröter als *Peziza Helminthosporii* Blox. irrtümlich bezeichnet.

Berkeley und Broome halten denselben für identisch mit *Peziza minutissima* Batsch. Vergleicht man indes die Abbildung von Batsch mit dem Pilze, so sieht man, daß dies nicht der Fall ist. Der Pilz von Batsch scheint ein weißer, helotiumartiger Pilz zu sein. Die Beschreibung von Berkeley und Broome bezieht sich daher nicht auf *Peziza minutissima* Batsch, sondern auf *Peziza helminthicola* Blox. Das Originalexemplar dieses Pilzes wächst zwischen Hyphen von *Helminthosporium* (*fusiforme* Cda.?). Es ist vollkommen identisch mit *Belonidium basitrichum* Sacc. Seine Benennung und Synonymie ist folgende (siehe diese Fragmente, VI. Mitt., 1909, Nr. 251):

Belonioscypha helminthicola (Blox.) v. H.

Syn: *Peziza (Calycina) minutissima* B. et Br. non Batsch.
Belonidium basitrichum Sacc.
B. Marchalianum S. B. R.
B. fructigenum P. Henn.
B. albo-cereum Penz. et Sacc.

341. Über Neopatella Sacc. und Dothichiza Libert.

Die Gattung *Neopatella* wurde von Saccardo (Ann. mycol. 1908, VI, p. 530) aufgestellt und zu den Excipulaceen gestellt. Sie soll sich von *Heteropatella* durch die stumpfen (muticus) Sporen und die sehr kurzen Basidien unterscheiden.

Der Pilz (*Neopatella Straussiana* Sacc.) kommt auf dürren Stengeln von *Dianthus scoparius* auf dem Berge Raswend in Ostpersien vor.

Genau den gleichen Pilz fand ich auf abgestorbenen Stengeln von *Dianthus orientalis* Sims., die an felsigen Orten des Elwend 1882 in Persien gesammelt wurden. Die Identität beider Pilze wurde durch Vergleich der Originalexemplare, von denen ich eines Herrn P. Sydow in Berlin verdankte, festgestellt.

Die genaue Untersuchung von dünnen Querschnitten des Pilzes zeigte mir, daß derselbe mit *Heteropatella* keine Verwandtschaft zeigt und zu den Sphaerioideen, nicht aber zu den

Excipulaceen gehört. Unter Excipulaceen verstehe ich Pycnidenpilze, deren Hymenium auf die Basis beschränkt ist, welche abgeflacht und dicker ist und deren Perithecienmembran oben anders gebaut ist als unten und sich weit öffnet.

Dies trifft nun für den vorliegenden Pilz nicht zu. Die 15 bis 20 μ dicke, aus zwei bis vier Schichten von 8 bis 9 μ breiten, polyedrischen, fast kohligen, offenen Zellen aufgebaute Perithecienmembran ist oben und unten fast gleich stark entwickelt; sie zeigt keine Spur eines Ostiolums, reißt oben unregelmäßig auf und ist innen ringsum mit dem dünnen, einfach gebauten Hymenium mit kegeligen, 5 μ langen Basidien bedeckt. Die Pycniden sind eingewachsen.

Der Pilz ist daher eine Sphaerioidee. Es ist eine *Phoma* ohne Ostiolum und mit abweichend gestalteten Sporen.

Versucht man den Pilz einzureihen, so gelangt man zur Überzeugung, daß derselbe am besten als *Dothichiza* Sacc. non Libert betrachtet wird.

Die Gattung *Dothichiza* wurde von Libert im Herbar ganz ungenügend charakterisiert. Diese Gattungsdiagnose findet sich abgedruckt in C. Roumeguère, Fungi selecti Gallici exsiccati Nr. 627. Dieselbe beruht auf dem Typus der Gattung *Dothichiza Sorbi* Lib. in Herb., deren Originalexemplar das obige Exsikkat ist. Dasselbe Libert'sche Exemplar wurde von Thümen (Hedwigia, 1880, 19. Bd., p. 189) unter dem Namen *Micropera Sorbi* genauer beschrieben. Nach dieser Beschreibung ist die Gattungsdiagnose von *Dothichiza* in Sacc., Syll., III, p. 671, verfaßt und ebenso die Beschreibung der *D. Sorbi* Lib. Thümen gibt an, daß die Sporen 3 bis 4 = 1 bis 1·5 μ groß, hyalin und stäbchenförmig sind. Seine Angaben über die äußere Beschaffenheit des Pilzes stimmen sehr gut zum obigen Originalexemplar, so daß kein Zweifel besteht, welche Form Thümen seiner Beschreibung zugrunde gelegt hat. Die Untersuchung dieses Libert'schen Exemplars zeigte mir nun, daß Thümen's Angaben betreffend die Sporen falsch sind, denn der von letzterem beschriebene Pilz ist nichts anderes als das unentwickelte Stroma von *Dothiora Sorbi* (Whlbg.). Von einer Conidienbildung in denselben ist nichts zu finden. Damit stimmt auch der Befund von Brefeld (Mykol. Unters., X. Bd., p. 277,

Taf. X, Fig. 8 bis 16) überein, der bei seinen Kulturen viel größere Conidien bei *Dothiora Sorbi* erhielt (10 bis 18 = 4 bis 5 μ, also selbst mit Rücksicht auf den Umstand, daß Brefeld's Maßangaben um etwa 60 bis 80% zu groß sind, viel größere als Thümen angibt).

Daher beruht die Aufstellung der Gattung *Dothichiza* Lib. auf einem Irrtum Libert's und Thümen's.

Hingegen kann die Gattung *Dothichiza* im Sinne Saccardo's (Syll., III, p. 671) aufrecht erhalten werden. Derselbe stellt in diese Gattung *D. Passeriniana* S. et R. (Revue Mycol., 1884, VI, p. 32, Taf. 43, Fig. 16).

Wenn die betreffenden Angaben und Bilder richtig sind, was ich nicht kontrollieren kann, da mein Originalexemplar dieser Art (Roumeg., F. gall., Nr. 2852), wie gewöhnlich in dieser Exsikkatensammlung ohne Wert ist, so kann die Gattung *Dothichiza* als Formen umfassend betrachtet werden mit Pycniden ohne Ostiolum, oben unregelmäßig aufreißend, mit einzelligen, hyalinen, rundlichen oder länglichen Sporen, die auf einem Hymenium entstehen, welches die Pycniden innen allseitig bekleidet.

Nach dieser Auffassung würden *D. populea* Sacc. et Br., sowie *D. Coronillae* (Desm.) v. H. gute *Dothichiza*-Arten sein.

In diesem Sinne kann *Neopatella Straussiana* als *Dothichiza* betrachtet werden.

Saccardo rechnet *Dothichiza* zu den Excipuleen, die Gattung gehört aber zu den Sphaerioideen, sie stellt eine oben unregelmäßig aufreißende *Phoma* ohne Ostiolum dar.

Es ist aber sicher, daß gegenwärtig in der Gattung *Dothichiza* mehrere Arten stehen, die wenig Verwandtschaft miteinander haben, die Gattung erscheint mir daher teilungsbedürftig.

Catinula turgida (Fr.) Desm., Pl. crypt. France, Ed. I, Nr. 2168, scheint mir auch eine *Dothichiza* im obigen Sinne zu sein nach Untersuchung von Desmazière's Exemplar. Sie ist ganz ähnlich der *Dothichiza Coronillae* (Desm.) v. H. = *Sphaeria Coronillae* Desm., Pl. crypt., Ed. I, Nr. 1279.

Eine der *Dothichiza Straussiana* (Sacc.) v. H. ganz nahestehende Form habe ich (Ann. Naturh. Hofmus. Wien, XX,

Heft 4, p. 6, Sep.) als *Leptothyrium Lunula* v. H. beschrieben, Die Form muß richtig heißen: *Dothichiza Lunula* v. H.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß *Dothichiza Straussiana* schon als *Septoria* oder *Rhabdospora*, deren auf Carpophyllaceen sehr viele mit kurzen, gekrümmten Sporen beschrieben sind, bekannt ist. Insbesondere ist es möglich, daß *Septoria nivalis* Rostrup (Sacc., Syll., X, p. 364) derselbe Pilz ist.

Unter den Excipuleen finden sich sicher viele Formen, die nicht dazu gehören (*Excipularia* etc.).

Andrerseits gibt es auch Formen, die als Sphaeroideen beschrieben sind, aber Excipuleen sind.

So ist *Rhabdospora cercosperma* (Rostr.) Sacc. nach der Beschreibung und Abbildung von Vestergreen (Eine arktisch-alpine *Rhabdospora*, Bihang t. svensk. Vet. Akd. Handl., 1900, Bd. 26, Abt. III, Nr. 12) eine ausgesprochene *Excipulina*, welche mit *Heteropatella lacera* (die manchmal auch geteilte Sporen aufweist) nahe verwandt ist. Noch näher aber ist die Verwandtschaft mit *Excipulina Patella* v. H. (Österr. bot. Zeitschr., 1905, p. 187), doch ist bei dieser Form der Bau des Gehäuses gegen den Rand nicht faserig. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß diese drei Formen zusammengehören als Conidienpilze von *Heterosphaeria Patella* (Tode) var. *alpestris* Fries. Wahrscheinlich sind sie durch Übergänge verbunden, denn die bestentwickelte Hauptform *Heteropatella lacera* ist sehr variabel.

Hier sei bemerkt, daß Nr. 426 in Kabát und Bubák, F. imperfecti, nicht *Rh. cercosperma*, wie angegeben, sondern *Rh. pleosporoides* Sacc. ist, so wie ich diese Art auffasse, denn unter diesem Namen gehen mehrere voneinander ganz verschiedene Pilze. Die meiner Ansicht nach echte *Rh. pleosporoides* hat sehr derbwandige, knorpelige Perithecien. Wanddicke 50 bis 80 μ. Sie weicht hierdurch von allen anderen *Rhabdospora*-Arten ab und dürfte zu einer der drei auf Stengeln lebenden *Phaeoderris*-Arten als Nebenfruchtform gehören. Es sind dies (Österr. Bot. Zeitschr., 1907, Nr. 9): *Ph. rubellula* (Desm.) v. H. (= *Leptosphaeria ogilviensis* Berk. et Br.), *Ph. caespitosa* (Niessl) v. H. (= *Leptosphaeria caespitosa* Niessl) und *Ph. Labiatarum* v. H.

342. Neottiospora lycopodina n. sp.

Perithecien an den geschwärzten Zweigen zerstreut unter die Epidermis eingesenkt, schwarz, ledrig, kugelig, oben breit kegelig, mit 10 bis 12 μ breitem Ostiolum, zirka 280 μ breit und 230 μ hoch, derbwandig, Wandung 20 bis 25 μ dick, kleinzelligplektenchymatisch aufgebaut, Zellen dünnwandig, 3 bis 4 μ groß. Wandung innen mit wenigen abgerundeten, bis 80 ≍ 40 μ großen Vorsprüngen versehen, die wie die übrigen Partien dicht mit einfach-fädigen, 8 bis 12 μ großen Sporenträgern bedeckt sind. Sporen hyalin, zylindrisch-keulig, gerade oder schwach gekrümmt, an einem Ende meist abgerundet, am anderen verschmälert und spitz, daselbst ein kurzes, schleimiges Anhängsel tragend, 8 bis 12 ≍ 2 bis $2^1/_2$ μ. Sporeninhalt homogen. Sporen zu einer zähen Masse schleimig verbunden und sich schwer voneinander lösend.

An den noch lebenden Zweigen von *Lycopodium complanatum* am Sonntagsberg bei Waidhofen a. d. Ybbs. Oktober 1908, leg. P. P. Strasser.

Eine ganz typische *Neottiospora*, die sich gut an *N. Caricum* Desm. anschließt.

343. Über Plenodomus Rabenhorstii Preuss.

Diese Nebenfruchtform wurde in Sturm's Deutschlands Flora, 1862, III. Abt., 6. Bändchen, p. 143, beschrieben und auf Taf. 72 ganz gut abgebildet. Betrachtet man die Abbildung, insbesondere den Medianschnitt *D*, so erkennt man ohne weiteres, daß es sich hier um eine Nebenfruchtform einer *Diaporthe* handelt. In meinem Aufsatz »Über die Spermatien- und Stylosporen-Nebenfruchtformen bei *Diaporthe*« (diese Fragmente, 1906, II. Mitt., Nr. 87) habe ich darauf hingewiesen, daß die Form des conidienführenden Hohlraumes dieser Nebenfruchtformen sehr verschieden und häufig kappenförmig ist. Der von der Hohlkappe umschlossene Raum wird in letzterem Falle von einem kurzzylindrischen Stromapolster ausgefüllt. Genau so verhält sich nun *Plenodomus Rabenhorstii* nach der Beschreibung und Abbildung. Diese *Diaporthe*-Nebenfruchtformen wurden von Saccardo 1884 (Syll. Fung. III, p. 66) *Phomopsis*

genannt. Ich habe später gewisse Formen derselben *Myxolibertella* genannt (Ann. mycol., 1903, p. 526). Im Jahre 1906 hat Saccardo (Syll. Fung., XVIII, p. 264) *Phomopsis* zur Formgattung erhoben.

Nach dem Gesagten ist es aber nicht zweifelhaft, daß *Plenodomus* Preuss 1862 = *Phomopsis* Saccardo 1884 und 1906 ist, woraus sich eine naheliegende nomenklatorische Folgerung ergibt.

Plenodomus Rabenhorstii Preuss wächst auf dicken Strünken von *Brassica oleracea*. Auf diesen kommt nur die *Diaporthe incrustans* Nitschke vor.

Es muß daher *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. die Spermogonienform von *Diaporthe incrustans* N. sein. In der Tat stimmt Nitschke's Beschreibung dieser Spermogonienform ganz gut zu *Plenodomus Rabenhorstii* (siehe Pyrenomyc. germ., p. 267). Erstere wurde nun von Saccardo (Syll., III, p. 119) *Phoma incrustans* (N.) genannt, welche somit mit *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. identisch ist.

Darnach müßte *D. incrustans* N. den Namen *D. Rabenhorstii* (Preuss) v. H. erhalten und muß der Name *Phomopsis* durch *Plenodomus* Preuss ersetzt werden.

Zu *Plenodomus* wurden später von verschiedenen Autoren Formen gestellt, die offenbar damit nichts zu tun haben. Die richtige Stellung dieser Formen kann natürlich nur durch Untersuchung der Originalexemplare bestimmt werden. Vorläufig seien dieselben nach den Diagnosen beurteilt.

Plenodomus microsporus Berl. dürfte hierher gehören und der Spermogonienpilz von *Diaporthe muralis* Speg. sein.

Pl. Mollerianus Bres. wird eine (nicht typische) *Dendrophoma* sein. In der Gattung *Dendrophoma* stehen heute Arten mit und ohne Ostiolum. Sie muß jedenfalls geteilt werden, auch deshalb, weil sie ganz eingewachsene und oberflächliche Formen enthält.

Pl. Erythrinae Oud. und *Pl. Gallarum* (Lév.) Oud. werden *Fusicoccum*-Arten sein.

Pl. herbarum Allesch. ist nach der Beschreibung eine mündungslose *Phoma*. Solche Formen können in die Gattung *Dothichiza* Sacc. non Libert gestellt werden.

Pl. inaequalis Sacc. et Trott. hat einen faserigen Aufbau und dürfte mit *Glutinium* verwandt sein.

Leider ist an den Originalexemplaren von *Diaporthe incrustans* N., die ich dank der Güte des Herrn Geheimrates Zopf in Münster untersuchen konnte, von den Spermogonien nichts mehr zu sehen, da die Perithecien schon ganz ausgereift sind und die Spermogonien in der Entwicklung vorangehen. Hingegen sah ich *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. sehr schön, aber leider noch unreif, an Exemplaren, die O. Jaap in Triglitz in der Priegnitz 1908 sammelte. Die betreffenden Wurzeln von *Brassica oleracea* waren ganz geschwärzt und die Pycniden von *Plenodomus* hervorbrechend oberflächlich. Sie entsprachen ganz genau der zitierten Originalbeschreibung und Abbildung. Es war kein Zweifel, daß es sich um eine *Diaporthe* handelte, deren Perithecien noch nicht entwickelt waren. Nachträglich erhaltene reife Exemplare aus Niederösterreich erwiesen sich in der Tat als typische *Phomopsis*, deren Zugehörigkeit zu *Diaporthe incrustans* außer Zweifel war.

344. Über Neottiospora longiseta Racib.

Von dieser von Raciborski in »Parasitische Algen und Pilze Javas«, III. Teil, p. 37, beschriebenen Art, in welcher Saccardo (Syll. fung., XVI, p. 891) den Typus einer neuen Gattung vermutet, konnte ich ein Originalexemplar, das ich der Güte des Autors verdanke, untersuchen.

Daß der Pilz keine *Neottiospora* ist, geht schon aus der Beschaffenheit der Sporen hervor. *Neottiospora* hat so wie *Darluca* keine Cilien an den Sporen, sondern nur kurze, schleimige Anhängsel.

Der Pilz sieht äußerlich einem Dothideaceenstroma ähnlich. Querschnitte lehren, daß derselbe keine Pycnidenwandung besitzt und eine sehr wechselnde, ganz unregelmäßige Gestalt aufweist. Das Gewebe der Nährpflanze ist über und unter demselben clypeusartig geschwärzt und abgestorben, daher das dothideaceenartige Aussehen.

Es ist eine eigentümliche schöne *Pestalozziella*, die *P. longiseta* (Rac.) v. H. genannt werden muß.

Eine ähnlich sich verhaltende *Pestalozziella* ist schon bekannt, es ist die *P. circularis* Cooke et Massee (Grevillea, XVIII, p. 80); bei dieser Form heißt es, daß der Pilz äußerlich glänzend-schwarz ist und phyllachoraartig aussieht, ganz so wie der obige Pilz.

Es ist denkbar, daß tatsächlich ein Dothideaceenstroma vorliegt, das unreif ist und in welchem der Pilz schmarotzt. Man sieht in der Tat manchmal ganz unreife Loculi, die den Eindruck machen, als würden sie zu einem Ascomyceten gehören. Es ist aber auch möglich, daß die *Pestalozziella* die erstgebildete Nebenfruchtform einer Dothideacee ist, was sich nicht entscheiden läßt.

345. Colletotrichum Anthurii Delacr.

Flecken vereinzelt, groß, meist unregelmäßig länglich, häufig randständig, braun berandet und mit schmalem erhabenen Randwulst, weißlich verbleichend und vertrocknend. Acervuli 80 bis 260 μ breit, herdenweise, bräunlich, rundlich oder länglich unregelmäßig, innen blaß mit bräunlichem Rande. Randborsten schmutzigviolett, einzeln stehend oder dicht gereiht, meist scharf spitz, an der Basis mit kurzen, abwärtsstehenden, wurzelartigen Zweigen, meist mit zwei Querwänden, etwas durchscheinend, 30 bis 80 = 3 bis 5 μ, häufig nach innen zu mehr weniger zusammengelegt. Sporenträger kurz, einer 20 bis 30 μ dicken, plektenchymatisch-kleinzelligen, blassen Gewebeschicht aufsitzend. Sporen hyalin, zylindrisch, meist gerade, oben abgerundet, unten oft kurz stumpflich zugespitzt, mit grobkörnigem Inhalt, zartwandig, 15 bis 22 = 4 bis $5^1/_2$ μ.

An Blättern einer Aroidee, Buitenzorg, Java, in Gesellschaft von *Phyllosticta*, *Gloeosporium* und *Vermicularia* sp., welche wahrscheinlich metagenetisch dazu gehören.

Durch die fast violetten Borsten nähert sich die Form dem Subgenus *Colletotrichopsis* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 176) und durch den Umstand, daß die Borsten sich häufig nach innen über die Scheibe legen, der Gattung *Colletotrichopsis* Bub. (Österr. bot. Zeitschr., 1904, 54. Bd., p. 184). Diese beiden gleichlautenden Benennungen haben keine Berechtigung, da

sie auf zu geringfügigen Abweichungen vom Typus beruhen.

Ich halte die oben beschriebene Form für die Delacroixsche Art (Bull. soc. mycol., 1897, XIII. Bd., p. 110), trotz einiger Verschiedenheiten, da die *Colletotrichum*-Arten sehr variieren.

So wird für die auf *Arum italicum* auftretende *C. Montemartinii* Togn. (Saccardo, Syll., XI, p. 570) angegeben, daß die Borsten schwarz, einzellig und 65 bis 90 = 6 bis 6·5 μ groß sind. Das Exemplar in Saccardo, Mycoth. ital., Nr. 376, zeigt aber durchscheinendviolette, 80 bis 160 μ lange Borsten, die an der Basis bis zu 8 μ, oben 3 bis 4 μ breit sind und 2 bis 3 Querwände besitzen, während ein von mir im botanischen Garten von Athen in Griechenland gesammeltes Exemplar violette, zweimal septierte, 80 bis 160 μ lange Borsten zeigte, die auffallend schmal, sehr lang zugespitzt und unten 6, in der Mitte 4, oben 2 bis 3 μ dick waren.

C. Montemartinii ist kein typisches *Colletotrichum*, da die Borsten spärlich sind und ebenso häufig auch in der Mitte der Acervuli wie am Rand auftreten. Es kann daher auch als *Vermicularia* betrachtet werden. *Colletotrichum* zeigt aber auch nahe Beziehungen zu *Psilonia* und sind sicher mehrere Arten dieser beiden Gattungen falsch eingereiht.

Auf Aroideen sind noch *C. Philodendri* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 71) und *C. Pothi* Koorders (Verh. koningl. Ak. Wetensch. Amsterdam, II. Sekt., 1907, 13. Teil, Nr. 4, p. 219) beschrieben, welche aber kleinere Sporen haben und vielleicht zusammengehören.

346. Helminthosporium crustaceum P. Henn.

Diese in Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 147, beschriebene Art ist bei Buitenzorg auf Java häufig. Die Rasen und Hyphen sind nicht schwarz, wie Hennings angibt, sondern genau so wie bei den amerikanischen Exemplaren von *H. Ravenelii* Berk. et C. braun gefärbt. Die Sporen sind kaum blässer und unmerklich schmäler als bei letzterer Art, von welcher die javanische Form spezifisch nicht verschieden ist, wie der direkte Vergleich zeigte. Hennings' Art muß daher gestrichen werden.

347. Über Cordierites coralloides B. et C.

Cordierites coralloides Berk. et C. (Linn. Proc. Botany, Vol. X, 1867, p. 370).

Soweit ich aus dem mir vorliegenden sehr kümmerlichen Stücke des Originalexemplars ersehen kann, handelt es sich nicht um einen auf alter *Ustulina* (nicht *Hypoxylon*, wie Berkeley sagt) schmarotzenden Ascomyceten, sondern um eine graphiumartige Nebenfruchtform der *Ustulina*. Es ist offenbar dieselbe Form, welche Patouillard (Bull. soc. mycol., XVIII, 1902, p. 186) als *Stilbum Ustulinae* n. sp. beschrieben hat und die auf *Ustulina vulgaris* auf Martinique und Guadeloupe vorkommt. Ich habe offenbar dieselbe Form gut entwickelt auf *U. zonata* (Lev.)? bei Tjibodas auf Java gefunden.

Der Pilz stellt jedenfalls eine eigentümliche neue Formgattung dar, mag aber vorläufig als *Graphium coralloides* (B. et C.) v. H. bezeichnet werden. *U. zonata* (Lév.), nach unreifen Exemplaren beschrieben, halte ich nach meinen javanischen Exemplaren nicht für identisch mit *U. vulgaris* Tul.; siehe dagegen Ann. mycol., 1908, VI, p. 533. Typische *U. vulgaris* habe ich auf Java nicht gesehen.

348. Araneomyces n. gen. (Tubercul. mucedin. staurosporae).

Pilz oberflächlich, flach, höckerig, blaß, wachsartig-fleischig. Gewebe unten parenchymatisch, oben faserig. Sporenträger einfach, an der Spitze eine zweizellige, zylindrische, hyaline Spore bildend, die an der Querwand beiderseits je ein halbmondförmiges einzelliges Anhängsel trägt.

Araneomyces acariferus n. sp.

Pilz oberflächlich, durchscheinend blaß wachsgelb, fleischig-wachsartig, flach, höckerig, am Rande dünn und allmählich verlaufend, 500 bis 700 μ breit, 150 bis 250 μ dick, parenchymatisch; Zellen 4 bis 8 μ breit, dünnwandig, unregelmäßig radiär verlaufend, nach oben hin gestreckt, schließlich parallelfaserig werdend und in das aus bis 20 = 2 μ großen, einfachen Sporenträgern bestehende Hymenium übergehend. Sporen an der Spitze der Träger einzeln stehend, hyalin, aus einem zweizelligen, zylindrischen, an den Enden abgerundeten Mittel-

körper bestehend, der rechts und links je ein in der Mitte befestigtes, halbmondförmiges, einzelliges, außen konkaves Anhängsel trägt. Mittelkörper zirka 12 μ lang und 2·5 μ breit, halbmondförmige Anhängsel beidendig spitz, 12 bis 18 = 1·5 μ. Breite der Sporen in der Mitte etwa 5 μ (siehe Fig. 3).

Ist sicher das Conidienstadium von *Paranectria juruana* P. Henn., auf den Stromaten von *Rosellinia Miconiae* (P. H.) v. H. auf Blättern von *Miconia* sp., Rio Juruá, Amazonas, leg. E. Ule, 1901.

Eine durch die merkwürdige Sporenform sehr ausgezeichnete Formgattung. Da die Perithecien der *Paranectria juruana*

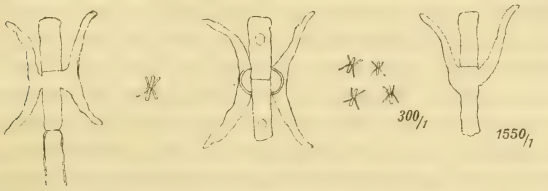


Fig. 3. *Araneomyces acariferus* v. H.

Drei Sporen (1550/1) und fünf Sporen (300/1). Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese.

auf den Acervuli des *Araneomyces* entstehen und letzterer Pilz in Farbe, Konsistenz, Wachstum usw. ganz mit dem Ascomyceten übereinstimmt, kann an der Zusammengehörigkeit beider Formen nicht gezweifelt werden.

Die Sporen sehen kleinen vierfüßigen Milben täuschend ähnlich. Sie bestehen aus einem länglich-zylindrischen Mittelkörper, der aus zwei fast gleichlangen Zellen zusammengesetzt ist. Parallel mit dem Mittelkörper stehen nun symmetrisch zwei mit der konvexen Seite an kurzen Fortsätzen in der Mitte befestigte halbmondförmige, einzellige Anhängsel einander gegenüber, so daß die Sporen aus drei miteinander parallelen Teilen bestehen, die sämtlich zelliger Natur sind, denn die Anhängsel sind Fortsätze der Zellen. Sie scheinen bald nur einer der beiden Zellen des Mittelkörpers zu entspringen, bald auf schnallenartigen Bildungen, die beide Zellen verbinden,

aufzusitzen. Die Sporen sind mit dem einen Ende des Mittelkörpers an den Sporenträgern befestigt.

349. Über zwei Strumella-Arten.

1. *Strumella annularis* Rac. (Parasitische Algen und Pilze Javas, 1900, III. Teil, p. 39) kann nicht als *Strumella* betrachtet werden.

Die typischen *Strumella*-Arten sind oberflächliche Pilze, die keine eigentlichen Sporen bilden und besser als sterile Pilze betrachtet werden. *Strumella annularis* hat ein schwarzes Stroma, das sich unter der Epidermis entwickelt und hervorbricht. Es besteht aus senkrechten Reihen von schwarzvioletten offenen Parenchymzellen, die dicht miteinander verwachsen sind. Aus diesem Stroma erheben sich einfache oder mit einigen Seitenzweigen versehene, etwa 40 bis 80 μ hohe, septierte, dunkel gefärbte Hyphen. Die oberen Enden dieser Hyphen haben eine zweischichtige Membran. Die äußere, dickere Schicht erscheint schwach verquollen und löst sich schollenförmig von der inneren ab. Die 1 bis 3 Endzellen der Hyphen und ihrer Zweige werden in Form von länglichen, meist uneben rauhen, einzelligen, graubraunvioletten Sporen nacheinander abgegliedert. Alle Zellen und Hyphen des Pilzes sind etwa 6 bis 7 μ breit.

Der Pilz stellt eine eigene Formgattung dar, die zu den *Tubercularieae dematieae* gehört.

Strumellopsis n. gen.

Parasiten. Stroma unter der Epidermis gebildet, hervorbrechend, deutlich parenchymatisch. Sporenträger einfach oder verzweigt. Endzellen derselben und ihrer Zweige sukzessive in Form von einzelligen Conidien abgegliedert. Gewebe, Sporen und Hyphen dunkel gefärbt.

Strumellopsis annularis (Rac.) v. H.

An lebenden Blättern von *Vaccinium Teysmannianum* Miqu., Tjibodas, Java.

Von *Hymenopsis* ist die neue Gattung durch den Bau und die Sporenbildung verschieden. Doch werden gewiß einzelne *Hymenopsis*-Arten (über *H. Cudraniae* Massee, s. d. F.

IX. Mitt., Nr. 405), zu *Strumellopsis* gehören. Nach Raciborski gehört *Strumellopsis annularis* vielleicht zu *Anhellia tristis* als Nebenfruchtform; dies ist aber nach der viel gröberen Beschaffenheit und der ganz anderen Färbung der ganzen Gewebe des Pilzes sehr unwahrscheinlich.

Hingegen kann es als sicher gelten, daß der Pilz zu einer noch unbeschriebenen *Pseudotthia* gehört, da die ebenfalls auf einer *Vaccinium*-Art auf Java lebende *Pseudotthia Vaccinii* P. Henn. et N. auch eine typische *Strumellopsis* als Nebenfruchtform besitzt (siehe diese Fragmente, Nr. 304).

2. *Strumella minuta* Sacc. (Syll., III, p. 743) = *Merosporium minutum* Corda (Sturm, Deutschlands Flora, III. Abt., III. Bdch., 1837, p. 225, Taf. 23) besteht nach Corda's ausführlicher Beschreibung und deutlicher Abbildung zweifellos nur aus den kleinen Kotballen irgendeines Insektes. Alle Angaben und Figuren sprechen für diese Auffassung.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Spermodermia clandestina* Tode (Sacc., Syll., III, p. 742) nach Kunze's ausführlicher Beschreibung und seiner Abbildung (Mykol. Hefte, II, 1823, p. 95, Taf. II, Fig. 6) wahrscheinlich ein ganz unreifes, vertrocknetes *Hypoxylon*-Stroma ist. Auch hier sprechen sämtliche Angaben und Figuren für diese Auffassung.

350. Über Didymium farinaceum Schrad.

Didymium farinaceum Schrad,, Nov. Gen. Pl., 1797, p. 26, ß *minus* Lister, Monogr., 1894, p. 97.

Auf lebenden Blättern von *Ranunculus javanicus* Bl. am Gipfel des Pangerango, 2985 *m*, Java, leg. Schiffner 1894.

Der Fund ist durch den hohen Standort und das Auftreten des Pilzes auf lebenden Blättern interessant. Die Peridie von *Didymium farinaceum* hat eine Besonderheit, die in den bisherigen Beschreibungen nicht oder nur andeutungsweise erwähnt wird. Sie ist nämlich durch hyaline Grenzlinien in scharf getrennte polygonale, etwas wellig begrenzte 30 bis 60 μ breite, in der Mitte etwas dickere und violett gefärbte, gegen die Ränder allmählich hyalin werdende Felder oder Blättchen geteilt, in welche sie schließlich zerfällt. Auf jedem Felde sitzt

außen eine Krystalldruse. Bei dem in Rede stehenden Exemplare ist diese Eigentümlichkeit ganz besonders ausgeprägt und es stellt daher vielleicht eine eigene gute Varietät dar.

351. Lycogala affine B. et Br.

Lycogala affine B. et Br. (Enumeration of Ceylon Fungi, Linn. Journ., Botany, Vol, XIV, 1873, p. 81).

Diese Form ist in Lister, Monograph. of Mycetozoa 1894, nicht erwähnt. Es wird angegeben, daß sich diese Art durch kleinere (4 μ) Sporen von *L. miniatum* Pers. unterscheidet. Das Originalexemplar zeigt aber keine 4 μ großen Sporen, diese sind stets 5 bis 6 μ breit. Der Pilz ist daher von *L. miniatum* Pers., dem er auch sonst völlig gleicht, nicht verschieden.

352. Über Enteromyxa cerebrina Ces.

Es ist sicher, daß viele in neuerer Zeit beschriebene größere Pilze aus den Tropen schon älteren Autoren bekannt waren. Dies scheint auch mit *Lycogalopsis Solmsii* Ed. Fischer (Berichte der Deutsch. bot. Ges., 1886, IV. Bd., p. 192, Taf. IX) der Fall zu sein, denn es ist sehr wahrscheinlich, daß der von Cesati (Atti Accad. Scienc., Napoli 1879, VIII. Bd., N. 4, p. 13) als zweifelhafter Myxomycet beschriebene Pilz *Enteromyxa cerebrina* damit identisch ist. Die Beschreibung stimmt ganz gut mit den von mir in Buitenzorg gefundenen Exemplaren von *Lycogalopsis*. Es wird zwar angegeben, daß die Sporen $^1/_{5000}$ *mm* groß sein sollen, allein es liegt hier jedenfalls ein Druckfehler für $^1/_{500}$ *mm* vor. Da Cesati's Maßangaben nach einer Notitz in seiner Arbeit (l. c., p. 2) verdoppelt werden müssen, würde dies 4 μ entsprechen, was gut zu Fischer's Angaben (3 bis 4 μ) für die Sporengröße stimmt. Aber selbst, wenn man, da hier Cesati ausnahmsweise das Maß in Teilen eines Millimeters direkt angibt, diese Verdopplung nicht vornimmt, erhält man als Größe der Sporen 2 μ, was mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit der älteren Messungen auch genügend stimmt.

Jedenfalls liegt die größte Wahrscheinlichkeit vor, daß *Enteromyxa* Cesati = *Lycogalopsis* Ed. Fisch. ist.

353. Über Rostafinskia australis Speg.

Dieser Pilz wird in Saccardo, Syll. Fung., VII, p. 403, bei den Myxomyceten als Gattung unbestimmter Stellung aufgeführt.

A. Lister (A Monograph of Mycetozoa 1894, p. 136) sagt, nach der Originalbeschreibung urteilend, daß es kein Myxomycet zu sein scheint.

Die Untersuchung eines Exemplars aus dem Herbar Puiggari (leg. Puiggari, August 1881 bei Apiahy, Brasilien) zeigte mir, daß es sich um einen schmutzig-grauvioletten, corticiumähnlichen, sterilen Hyphenfilz handelt. Die Hyphen zeigen keine Schnallen, sind teils hyalin, teils schmutzigviolett gefärbt. Die spärlich eingestreuten Sporen scheinen nicht dazu zu gehören.

Die Gattung *Rostafinskia* Speg. nec Raciborski ist daher völlig zu streichen.

Namenverzeichnis.

Seite

Aleurodiscus mirabilis (B. et C.) v. H. 818
Araneomyces nov. gen. 894
» *acariferus* n. sp. 823, 894
Asterina carnea Ell. et Mart. 864
» *consimilis* v. H. 858, 862
» *reptans* B. et C. 859, 862
Atichia Millardetii Rac. 859, 873
Atichiopsis Solmsii R. Wagn. 859, 874
Auerswaldia Miconiae P. Henn. 828
Belonidium albo-cereum Penz. et Sacc. 885
» *basitrichum* Sacc. 885
» *fructigenum* P. Henn. 885
» *Marchalianum* S. B. R. 885
Belonioscypha helminthicola (Blox.) v. H. 885
Berkelella stromaticola (P. Henn.) v. H. 823, 824
Botryosphaeria anceps n. sp. 840
» *Miconiae* (Duby) v. H. 836
Calonectria guarapiensis Speg. 820
» *inconspicua* Wint. 820
» *leucorhodina* (Mont.?) Speg. 820
» *tuberaoensis* Rehm 820
Cenangium (Cenangina) Inocarpi (P. Henn.) v. H. 881, 882
» *helvolum* (Jungh.) Sacc. 884
» *(Cenangina) Schenckii* (P. Henn.) v. H. 884
Coccoidella n. gen. 847
» *Scutula* (B. et C.) v. H. 847
Colletotrichum Anthurii Delacr. 892
Cordierites coralloides B. et C. 884
Cryptopeltis Rehm 858
» *ferruginea* Rehm 858
» *obtecta* Rehm 858

Seite

Dasyscypha dematiicola (B. et Br.) v. H. 884
Diaporthe Rabenhorstii (Preuss) v. H. 890
Didymella confertissima Sacc. 851
Didymium farinaceum Schrad. β *minus* Lister 897
Dimerosporium minutissimum v. H. 857, 862
Diplotheca? Cerei P. Henn. 872
» *Rhipsalidis* P. Henn. 872
» *Uleana* P. Henn.....851, 871
Discodothis n. gen..... 853
» *Filicum* n. sp..... 854
Dothichiza Lib. 885
» *Lunula* v. H. 888
» *Straussiana* (Sacc.) v. H. 887
Dothidea Loranthi Molk..... 840
» *Scutula* B. et C. 846, 847
» *sordidula* Lév.....838, 840
Dothidella Scutula (B. et C.) Sacc. 847
» *sordidula* (Lév.) Sacc. 840
Englerula carnea (E. et M.) v. H..... 866
Enteromyxa cerebrina Ces. 898
Farysia javanica Rac..... 813
Fracchiaea coniferarum v. H. 843
Graphiola Phoenicis Poit. 815
Graphium coralloides (B. et C.) v. H. 894
Helminthosporium crustaceum P. Henn. 893
Helotium helvolum (Jungh.) Pat. 884
» *Schenckii* P. Henn. 882
Heterochlamys javanica Rac..... 863
Hypocrella bispora n. sp. 826
Japonia n. gen..... 879
» *Quercus* v. H.....878, 880
Koordersiella n. gen. 833
» *javanica* n. sp..... 834
Lecideopsis? coeruleo-atra n. sp. 880
Lizonia paraguayensis Speg..... 840
Loranthomyces sordidulus (Lév.) v. H. n. g. et sp. 840
Lycogala affine B. et Br. 898

Seite

Lycogalopsis Solmsii E. F. 898
Mapea radiata Pat. 816
Massaria ambiens (Niessl) v. H. 836
Maurodothis Alyxiae Sacc. et Syd. 853, 855
Meliola pennata n. sp. 857
Merosporium minutum Cda. 897
Microcyclus labens Sacc. et Syd. 848, 850
» *Scutula* (B. et C.) Sacc. et Syd. 847
Microperella Quercus v. H. 879
Montagnella? confertissima (Sacc.) v. H. 851
» *Heliopsidis* (Schw.) Sacc. 876
» *tumefaciens* E. et H. 875
Myocopron Euryae Rac. 832
Myriangium Rhipsalidis (P. Henn.) v. H. 872
» *Uleanum* (P. Henn.) v. H. 871
Myxasterina n. gen. 868, 870
» *Strychni* v. H. 871
Nectria lizonioides v. H. 840
» *(Hyphonectria) pipericola* P. Henn. 820, 825
» *sensitiva* Rehm 820
» *stellulata* (Koord.) v. H. 819
Nectriella aureola Wint. 820
Neohenningsia Koord. 818
» *brasiliensis* P. Henn. 819
» *stellulata* Koord. 818
Neopatella Sacc. 885
» *Straussiana* Sacc. 885
Neopeckia diffusa (Schw.) Sacc. 837, 838
Neottiospora longiseta Rac. 891
» *lycopodina* n. sp. 889
Nostocotheca ambigua Starb. 866
Odontia hydnoides (C. et M.) v. H. 818
Otthia ambiens Niessl 836
Paidania Melastomacearum Rac. 829
Paranectria? albolanata Speg. 824
» *imperconspicua* n. sp. 822
» *juruana* P. Henn. 822, 895

Seite

Paranectria stromaticola P. Henn. 823, 824
Peltosphaeria Cerei (P. Henn.) v. H. 872
Peniophora hydnoides Cke. et Mass. 817
Penzigia Schiffneri n. sp. 827
Pestalozziella longiseta (Rac.) v. H. 891
Peziza (Mollisia) dematiicola B. et Br. 884
» *helminthicola* Blox. 884
» *(Calycina) minutissima* B. et Br. (non Batsch) ... 885
Phaeoderris Heliopsidis (Schw.) v. H. 876
» *tumefaciens* (E. et E.) v. H. 876
Phyllachora Citharexyli v. H. 846
» *corallina* n. sp. 845
Phyllachora Sorghi n. sp. 844
Physalospora Citharexyli Rehm 846
» *Euryae* (Rac.) v. H. 832
Plenodomus Rabenhorstii Preuss 889
Polystomella labens (Sacc. et Syd.) v. H. 849
» *nervisequia* n. sp. 823, 850
» *pulcherrima* Speg. 849
» *Scutula* (B. et C.) Speg. 847
» *? sordidula* (Lév.) Rac. 840
Pseudotthia Vaccinii P. H. et E. Nym. 831, 897
Psilopezia mirabilis B. et C. 818
Rhabdospora cercosperma (Rostr.) Sacc. 888
Rosellinia (Tassiella) Miconiae (P. Henn.) v. H. 828
Rostafinskia australis Speg. 899
Schiffnerula n. gen. 867
» *mirabilis* n. sp. 868
Seuratia Pat. 873
» *coffeicola* Pat. 874
» *pinicola* Vuill. 875
» *Vanillae* Pat. 874
Spermodermia clandestina Tde. 897
Sphaeria Miconiae Duby 835
» *rhodosticta* B. et Br. 837
Strumella annularis Rac. 896
» *minuta* Sacc. 897

Seite

Strumellopsis n. gen. 896
» *annularis* (Rac.) v. H. 832, 896
» *Vaccinii* v. H. 832
Trichopeltis reptans (B. et C.) Speg. 839, 859, 862
Trichopeltopsis n. gen. 861
» *reptans* (B. et C.) v. H. 862
Yoshinagaia Quercus P. Henn. 876

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. VII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung

(I. Mitteilung)

von

V. Grafe und **K. Linsbauer.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Mai 1909.)

Die Entdeckung von Stoffwechseländerungen bei tropistischer Reizung durch F. Czapek[1] ließ einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung der Reizphysiologie erwarten, insofern als eine Verknüpfung dieser Disziplin mit der chemischen Physiologie eine tiefere Einsicht in die Mechanik der Reizerscheinungen anzubahnen schien. Czapek selbst hat bereits eine ganze Reihe von Fragen mit Hilfe der von ihm geschaffenen Methode zu beantworten gesucht. Wir hatten gleichfalls die Absicht, seine Methode zur Lösung einiger anderer wichtiger Probleme heranzuziehen.

Unsere Arbeit wurde durch eine aus dem Legate Scholz verliehene Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht, wofür wir uns an dieser Stelle unseren ergebensten Dank auszusprechen gestatten. Zu besonderem Danke sind wir auch Herrn Hofrat Prof. J. Wiesner verpflichtet, welcher unsere Arbeit stets in jeder Beziehung förderte.

Wir mußten uns zunächst von der Brauchbarkeit der Czapek'schen Methode für unsere speziellen Zwecke überzeugen und beschlossen daher vorerst, die Befunde über die

[1] F. Czapek und R. Bertel, Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzl. Reizreaktionen. (I. Abhandlung.) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLIII (1906), p. 361.

Zunahme der reduzierenden Substanz bei der geotropischen Reizung einer Nachuntersuchung zu unterziehen. Wir hatten, nachdem unsere Versuche bereits ihren vorläufigen Abschluß gefunden haben, nicht die Absicht, die erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen, um so weniger als unsere Arbeit inzwischen eine wesentlich andere Richtung genommen hat und andere Versuchsmethoden in den Vordergrund traten. Durch die eben erschienene Untersuchung von W. Grottian[1] sehen wir uns jedoch veranlaßt, auch unsere Versuche in Kürze zu publizieren, da sie vielleicht auch als Ergänzung derselben nicht ohne Interesse sind.

Wir beschränkten unsere vorläufige Untersuchung auf die Frage, ob und in welchem Maße sich bei der geotropischen Reizung der Keimwurzel eine Vermehrung des Gehaltes an reduzierenden Substanzen einstellt. Ob hiebei Homogentisinsäure eine Rolle spielt, war für uns nur von sekundärem Interesse und wurde daher nicht untersucht; Raciborski[2] sowie Schulze und Castoro[3] (vergl. auch Gonnermann[4]) haben jedenfalls das Auftreten derselben entschieden bestritten.

Bezüglich der Versuchsmethode zur direkten quantitativen Ermittlung der reduzierenden Substanz hielten wir uns strenge an die Angaben Czapek's; trotzdem halten wir es für angezeigt, die in Anwendung gebrachte Methode hier in Kürze mitzuteilen.

Zu unseren Versuchen benützten wir hauptsächlich das auch von Czapek bevorzugte Material, Keimwurzeln von *Lupinus albus*, von dem uns vorzügliches Saatgut zur Ver-

[1] W. Grottian, Beitrg. zur Kenntnis d. Geotropism. Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XXIV/I, p. 255.

[2] M. Raciborski, Extr. du Bull. de l'Acad. d. sc. d. Cracovie, 1906.

[3] E. Schulze und N. Castoro; Bildet sich Homogentisinsäure beim Abbau des Tyrosins in Keimpflanzen? Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 48. Bd., (1906). Ferner E. Schulze: Ist die bei Luftzutritt eintretende Dunkelfärbung des Rübensaftes durch einen Tyrosin- und Homogentisinsäuregehalt dieses Saftes bedingt? Ebendas., Bd. 50 (1907).

[4] M. Gonnermann, Zur Dunkelfärbung der Rübensäfte. Zeitschr. d. Vereines der deutschen Zuckerindustrie, Bd. 56, techn. Teil, p. 1068 (1907). Grafe V., Über die Dunkelfärbung von Rübensäften. Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Heft 1 (1908).

fügung stand. Wir legten Gewicht auf Material verschiedener Provenienz und bezogen es daher zum Teil aus den Samenhandlungen von Haage und Schmidt in Erfurt und Wieschnitzky und Klauser in Wien, zum Teil aus der Wiener Samenkontrollstation, deren Leiter, Herrn Hofrat Dr. R. v. Weinzierl, wir hiefür zu wärmstem Danke verpflichtet sind. Selbstredend wurden zusammengehörige Versuche immer mit Material derselben Provenienz durchgeführt. Einige Versuche führten wir mit einer großsamigen Rasse von *Vicia Faba* aus, welche gleichfalls obigen Samenhandlungen entstammte.

Die Anzucht erfolgte stets in harten, gesiebten Sägespänen in tönernen Keimschalen, in welchen zumeist auch die geotropische Induktion vorgenommen wurde. Im Warmhause des Institutes erzielten wir tadellos reagierende, gerade Wurzeln, während in einem anderen Raume die Lupinen meist einen großen Prozentsatz verkrümmter und auffallend schmächtiger Wurzeln aufwiesen. Die Hypokotyle waren in diesem Falle mächtig angeschwollen, zweifellos eine Wirkung der »Laboratoriumsluft«. Obwohl Versuche, welche mit diesem Material durchgeführt wurden, keine wesentlich differenten Ergebnisse gegenüber normalen Wurzeln erkennen ließen, hielten wir uns doch fast ausschließlich an das im Warmhause kultivierte Material. Die Dauer der geotropischen Induktion wurde zumeist auf 20 bis 30 Minuten ausgedehnt, so daß sich von vornherein eine verhältnismäßig beträchtliche Anhäufung der reduzierenden Substanz erwarten ließ. Die Dekapitation der in lateraler Stellung gereizten Wurzeln wurde möglichst schnell durchgeführt, indem einer von uns die Operation vollzog, während ein anderer die Keimlinge zureichte. Die Wurzeln wurden zu diesem Zwecke entweder auf gereinigten Glasplatten mit dem Skalpell abgeschnitten oder — diese Methode wurde im Anschluß an Czapek in Anwendung gebracht — mit einer scharfen Schere dekapitiert und die abgeschnittenen Wurzelspitzen unmittelbar in eine Reibschale übertragen, so daß ein etwaiger Substanzverlust auf ein Minimum reduziert war. Vergleichsweise wurden einige Versuche in der Weise durchgeführt, daß die Reizung der aus der Sägespänen entnommenen Wurzeln zwischen sehr feuchtem, beziehungsweise relativ

trockenem Filterpapier vorgenommen wurde; aber auch in diesem Falle erhielten wir keine irgend in Betracht kommenden Differenzen.

Die dekapitierten Wurzeln wurden nach Zusatz von reinstem Glasstaub mit wenig Wasser so lange verrieben, bis der dünnflüssige Brei völlig homogene Beschaffenheit zeigte. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, die Wurzeln zunächst ganz ohne Wasserzusatz mit Glasstaub vermengt zu zerquetschen, weil es sonst leicht geschieht, daß einzelne aufschwimmen und sich nicht mehr vollständig zerreiben lassen. Der homogene Brei wurde quantitativ in ein 25 cm^3 Meßkölbchen gebracht, gut durchgeschüttelt und sofort an der Saugpumpe filtriert. Die Filter, welche durchwegs Verwendung fanden, waren Schleicher-Schüll'sche Blaubandfilter bester Qualität.

Wir erzielten auf diese Weise ein mehr oder weniger schwach getrübtes Filtrat. Von diesem wurden zweimal je 10 cm^3 in ein kleines Erlenmeyerkölbchen abpipettiert. (Wegen des starken Schäumens der Flüssigkeit beim nachherigen Aufkochen, wobei leicht etwas über den Rand des Kölbchens hinaussteigen kann, ist es zweckmäßiger, sich kleiner Rundkolben zu bedienen.) Sodann wurden 10 cm^3 Ammoniak, bereitet aus käuflichem konzentrierten (spezifisches Gewicht 0·90), durch Verdünnung auf das Zehnfache hergestellt, zugefügt und nun die $^n/_{10}$ Silbernitratlösung hinzugesetzt. Ursprünglich hielten wir uns auch darin genau an Czapek's Vorschrift, daß wir die Probe tatsächlich nur bis zum Aufkochen erhitzten; da es sich aber zeigte, daß bei solchem Verfahren sehr oft, namentlich bei Lupinen, nur eine leichte Gelbfärbung erzielt wurde, die erst bei längerem Kochen in ein schwaches Braun überging, wurde in den meisten Fällen die Flüssigkeit einige Minuten kochend erhalten. Nach dem Abkühlen wurde das kolloidale Silber,[1] welches in der Flüssigkeit, dieselbe mehr oder weniger stark bräunend, gelöst geblieben war, durch Zusatz von fünf Tropfen einer 10prozentigen $CaCl_2$-Lösung und zehn Tropfen einer 10prozentigen $(NH_4)_2CO_3$-Lösung ausgeflockt. Von einem

[1] Da wir kaum jemals einen Silberniederschlag, sondern höchstens leichte Braunfärbung der Probe erzielten, nahmen wir an, das reduzierte Silber habe sich in kolloidaler Modifikation in der Flüssigkeit gelöst.

Silberniederschlag konnten wir nur in einem oder zwei Fällen etwas wahrnehmen und, wenn nach dem Kochen in der bräunlichen Flüssigkeit feste Teilchen schwimmend wahrgenommen wurden, rührten sie meistens von koaguliertem Eiweiß her. Daher kam es auch, daß die nunmehr abfiltrierte Flüssigkeit in keinem einzigen Falle farblos erhalten werden konnte, wenn es auch durch wiederholtes Filtrieren und Verwendung eines drei- bis vierfachen Filters schließlich möglich war, das Filtrat wenigstens klar zu erhalten. Die durchfiltrierte Flüssigkeit erschien wohl gegenüber der gekochten Probe viel lichter, war aber, wie erwähnt, nie farblos zu erhalten. Dazu mag auch der Umstand beigetragen haben, daß sich bekanntlich Pflanzensäfte, besonders in ammoniakalischer Lösung, schon an und für sich braun färben und daß die Fähigkeit, sich braun zu färben, auch durch längeres Kochen nicht immer aufgehoben werden kann.

Anfangs legten wir der konstanten Gelbfärbung des Filtrates wenig Bedeutung bei, da wir als Kriterium einer Silbernitratreduktion, die zur quantitativen Bestimmung verwendbar wäre, das deutliche Fallen eines Niederschlags von metallischem Silber oder wenigstens intensive Braunfärbung der Probe ansehen zu müssen glaubten.

Das Filtrat derartiger, mit Silbernitrat behandelter Proben erschien zwar stets lichter, zeigte sich aber nie vollständig farblos. Beim nachträglichen Zusatz von Silbernitrat und Aufkochen der Probe stellte sich meistens wieder eine etwas dunklere Färbung ein, die wir zunächst auf neu reduziertes Silber zurückführen zu sollen glaubten, die aber jedenfalls nicht, wie die Salzsäureprobe in der Regel ergab, auf ausgeschiedenes Silber zu beziehen ist, sondern wahrscheinlich auf die natürliche Braunfärbung des ammoniakalisch gemachten Preßsaftes.

Auf diese Weise wurden anfänglich immerhin recht erhebliche Mengen Silbernitrat verbraucht; das Ende der Reaktion allerdings war auf diese Art nie mit endgültiger Schärfe festzustellen, sondern blieb mehr vom subjektiven Ermessen des Experimentators abhängig. Infolgedessen entschlossen wir uns später, eine völlige Entfärbung der Flüssig-

keit gar nicht abzuwarten, sondern schon nach dem ersten Zusatz von Silbernitrat einige Tropfen des Filtrates gesondert in einer Eprouvette aufzufangen, nach Zusatz eines Tropfens Lackmustinktur die Probe mit Salzsäure zu machen und durch eventuelle Erzielung eines Niederschlags von AgCl Überschuß oder Manko an Silbernitrat zu konstatieren. Selbstverständlich überzeugten wir uns von der Identität des erhaltenen Niederschlags mit Chlorsilber durch Auflösen in Ammoniak und Wiederfällen mit Salpetersäure.

Czapek bemerkt, daß der Extrakt von 100 Lupinenwurzeln gewöhnlich etwa 5 cm^3 der $^n/_{10}$ Silbernitratlösung verbraucht[1] und daß man jedenfalls, ohne einen Überschuß befürchten zu müssen, sofort 1 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ zusetzen kann. Ferner soll die Farbendifferenz zweier Proben bereits approximative Beurteilung der Differenz im Gehalte an reduzierender Substanz gestatten. Demgegenüber muß konstatiert werden, daß sehr oft auffallende Unterschiede in der Färbung zweier Proben beobachtet wurden, während das Ergebnis der Titration oft genau die gleichen Zahlen lieferte. Die dunklere Färbung zeigte sich bald in den Proben aus gereizten, bald in den ungereizten Wurzeln, meist allerdings in ersteren.

Zunächst wurden ganz nach Czapek's Vorgang Lupinen in der vorher beschriebenen Weise verarbeitet. Als Beispiel diene eine Versuchsreihe vom 20. April 1908: Verwendet 100 Wurzelspitzen; zu 10 cm^3 des filtrierten wässerigen Wurzelbreies wurde 1 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ zugesetzt, die Flüssigkeit erschien nach dem Kochen leicht bräunlich, HCl ergab sofort weißen Niederschlag von AgCl; 1 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ bedeutete hier also schon einen Überschuß.

Der Versuch wurde in den folgenden Tagen mehrfach in derselben Anordnung wiederholt, nur daß statt 1 cm^3 nur mehr 0·5 cm^3, respektive 0·3 cm^3 zugesetzt wurden. In jedem Falle ließ sich mit HCl ein Niederschlag erzielen. Nur in einem Fall (Versuch vom 19. Jänner 1909) lieferte die Probe nach Zusatz von 0·5 cm^3 $AgNO_3$ mit HCl noch keinen Niederschlag, der aber nach Zugabe von 0·8 cm^3 sicher zu konstatieren war.

[1] L. c., p. 374.

Wir verzichten darauf, die zahlreichen Versuche in extenso mitzuteilen, welche alle für einen Extrakt aus 2 *mm* langen Wurzelspitzen von *Lupinus albus* ein minimales, 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ jedenfalls nicht überschreitendes Reduktionsvermögen gegenüber Silbernitrat erwiesen. Was den Vergleich von Extrakten aus gereizten und ungereizten Wurzelspitzen anbelangt, so sei gleichfalls aus der Zahl unserer Versuche mit gleichem Ergebnis der folgende vom 30. April 1908 herausgegriffen:

Es wurden zu den Versuchen, welche ganz in der oben beschriebenen Weise durchgeführt wurden, einerseits geotropisch gereizte, andrerseits ungereizte Spitzen verwendet. Zusatz von $^n/_{10}$ $AgNO_3$ in beiden Proben = 0·6 cm^3. In beiden Proben ergab HCl einen Niederschlag. Nach Zusatz von 0·3 cm^3 erfolgte keine deutliche Trübung mit HCl, ein Unterschied zwischen gereizter und ungereizter Probe ergab sich jedoch nicht.

Ein einziges Mal (beim Versuch vom 3. Februar 1909) hatte es den Anschein, als ob die Probe aus gereizten Wurzeln nach Behandlung mit 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ noch keinen Niederschlag mit HCl liefern würde, wohl aber die Probe aus ungereizten Spitzen, während das nach Zusatz von 0·6 cm^3 bei beiden Proben, gereizten und ungereizten, bereits der Fall war.

Da unsere bisherigen Ergebnisse den Angaben Czapek's in diesem grundlegenden Punkte widersprachen, wandten wir uns an Herrn Prof. Dr. A. Franke vom II. chemischen Universitätsinstitut, welcher die Freundlichkeit hatte, die Titration bei einem derartigen Versuch mit Lupinen selbst durchzuführen, wofür wir Herrn Prof. Franke auch an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aussprechen möchten.

Ganz in Übereinstimmung mit uns fand der Genannte, daß der Extrakt aus 100 Wurzelspitzen bei *Lupinus albus*, und zwar sowohl aus gereizten als aus ungereizten Wurzeln nicht einmal 0·5 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$ verbrauchte, indem in beiden Proben nach dem genannten Silbernitratzusatz mit HCl bereits Fällung von AgCl erfolgte, und daß zwischen den beiden Flüssigkeiten aus gereizten und ungereizten Wurzeln keine Differenz im Titer zu erkennen sei. Auch hier trat beim bloßen

Aufkochen keinerlei Verfärbung der Flüssigkeit und erst nach längererem Kochen einige Bräunung ein, so daß von einer quantitativen Bestimmung durch Erzeugung des $CaCl_2$-$(NH_4)_2CO_3$-Niederschlages, Abfiltrieren des »umhüllten Silbers« und Weiterführung der Titration nicht die Rede sein konnte.

Bessere Erfahrungen machten wir mit *Vicia Faba,* denn die viel fleischigeren Wurzeln lieferten in ihren Spitzen wenigstens so viel reduzierendes Material, daß wir in einigen Fällen deutliche Schwärzung der Probe nach dem Kochen mit ammoniakalischer Silberlösung konstatieren konnten. Allerdings erschien das Filtrat trotz aller Sorgfalt immer braungelb,[1] auch wirkte die gelbgrüne Fluoreszenz der Flüssigkeit störend.

Als merkwürdig möchten wir hier hervorheben, wie verschieden sich die einzelnen Proben bezüglich ihrer Reduktionskraft verhielten; dieselbe schwankte zwischen $0 \cdot 3\,cm^3\ ^n/_{10} AgNO_3$ und $1 \cdot 1\ cm^3\ ^n/_{10}\ AgNO_3$ für je 50 Wurzelspitzen. Hier war es auch, wo wir in zwei Fällen — allerdings eine verschwindende Zahl bei der großen Reihe von Versuchen — eine außerhalb der Fehlergrenze liegende Differenz in der Reduktionskraft zugunsten der gereizten Wurzelspitzen konstatieren konnten. Die folgenden Zahlen geben die Anzahl der Kubikzentimeter $^n/_{10}\ AgNO_3$, nach deren Zusatz die Probe mit HCl noch negativ verlief, während ein Zusatz von $0 \cdot 2\ cm^3\ ^n/_{10}\ AgNO_3$ mehr mit HCl schon AgCl lieferte.

Datum	Kubikzentimeter $^n/_{10}\ AgNO_3$ verbraucht bei		Zahl der Wurzelspitzen[2]
	gereizten	ungereizten	
12. Mai 1908	0·7	0·4	50
4. Juni 1908	0·9	0·7	50
8. Juni 1908	0·5	0·4	50
17. Juni 1908	1·1	0·7	50
7. März 1909	1·1	1·0	50
1. Mai 1909	0·3	0·4	50
8. Mai 1909	0·3[3]	0·3[3]	50

[1] Nur in einem Falle (Versuch vom 7. März 1909) erhielten wir ein farbloses Filtrat.

[2] Die Zahl der Wurzelspitzen war in den einzelnen Versuchen eine verschiedene und schwankte zwischen 50 und 100 Spitzen. Die angegebenen Titer sind daher durch einfache Proportion auf 50 Spitzen bezogen.

[3] Hier lieferte allerdings HCl schon einen Niederschlag.

Da wir angenommen haben, daß möglicherweise durch das unvermeidliche längere Stehen der abgeschnittenen Wurzelspitzen eine Verminderung im »Homogentisinsäure«-Gehalte durch die fortwirkende Oxydase stattfinden könnte, führten wir einen Versuch mit Lupinen in der Weise aus, daß wir die abgeschnittenen Wurzelspitzen direkt in kochenden Alkohol übertrugen. Das Resultat wich von den vorher beschriebenen in keiner Weise ab.

Schließlich möge noch das Resultat eines zweimal mit demselben Erfolg durchgeführten Versuches mitgeteilt werden, bei welchem ganz nach Czapek's Vorschrift die in einem Hofmeister-Schälchen bei 110° getrockneten, mit der Glasschale zerriebenen Wurzelspitzen von Lupinen am Rückflußkühler mit absolutem Alkohol 4 Stunden lang extrahiert, der Alkohol am Wasserbad verjagt, der Rückstand mit einer bestimmten Quantität Wassers aufgenommen und in der gewohnten Weise titriert wurde. Der in Wasser lösliche Anteil des Alkoholextraktes verbrauchte bei Verwendung von 200 Wurzelspitzen sowohl in der Probe aus gereizten als aus ungereizten Spitzen weniger als 0·4 cm^3 $^n/_{10}$ $AgNO_3$, nach deren Zusatz HCl bereits den AgCl-Niederschlag ergab.

Auch bei der Titration des Alkoholextraktes aus Wurzelspitzen von *Vicia Faba* zeigte sich kein Unterschied zwischen gereizter und ungereizter Probe.

Unsere Versuche führten uns demnach zu folgenden Ergebnissen:

1. Die absolute Menge der reduzierenden Substanzen aus der Wurzelspitze von *Lupinus albus* und *Vicia Faba* ist bei dem von uns verwendeten Material eine minimale und bleibt weit hinter den von Czapek gefundenen Werten zurück.

2. Eine konstante Differenz im Gehalt an reduzierender Substanz zwischen gereizten und ungereizten Wurzeln zugunsten der ersteren ließ sich nicht ermitteln.

In diesem Punkte stimmen unsere Versuche mit den Befunden Grottian's überein. Worauf die Differenzen mit den Ergebnissen Czapek's zurückzuführen sind, entzieht sich

unserer Beurteilung. Daß jedoch bei der absolut geringen Menge reduzierender Substanz eine quantitative Ermittlung von Differenzen im Reduktionsvermögen nicht möglich ist, kann nicht überraschen.

In einigen Fällen dürften die Angaben Czapek's über die Größe des Reduktionsvermögens, wenn wir die diesbezüglichen Daten richtig interpretieren, zu hoch gegriffen sein. Wir wollen beispielsweise einen mit *Sinapis alba* durchgeführten Versuch herausgreifen, welchen Czapek (l. c., p. 423) folgendermaßen beschreibt: »Zur Aufstellung der beiden Proben dienten je 100 der belichteten und verdunkelt gehaltenen Wurzeln. Die verriebenen Wurzelspitzen erhielten einen Zusatz von 50 cm^3 reduzierenden Wurzelextraktes (10 $cm^3 = 2 \cdot 3\ cm^3$ $^n/_{10}$ $AgNO_3$) und 30 cm^3 Wasser außer Chloroform. Anfangsvolum 80 cm^3, Anfangstiter $1 \cdot 8\ cm^3$ $^n/_{10}$ $AgNO_3$ pro 5 cm^3.« Aus diesen Daten läßt sich leicht die Quantität $^n/_{10}$ $AgNO_3$ ermitteln, welche von den 100 Wurzelspitzen allein reduziert wurde.

Das Gesamtvolumen von 80 cm^3 reduzierte offenbar $16 \times 1 \cdot 8\ cm^3 = 28 \cdot 8\ cm^3$ $^n/_{10}$ $AgNO_3$. 50 cm^3 Wurzelextrakt + 30 cm^3 Wasser verbrauchen $5 \times 2 \cdot 3\ cm^3 = 11 \cdot 5\ cm^3$ $^n/_{10}$ $AgNO_3$. Die Wurzelspitzen allein würden demnach reduzieren $28 \cdot 8 - 11 \cdot 5 = 17 \cdot 3\ cm^3$ $AgNO_3$. Berechnen wir den »Homogentisinsäure«-Gehalt mit Hilfe des von Czapek[1] ermittelten Faktors 1·23, so ergibt sich für 100 Wurzelspitzen ein Gehalt von $0 \cdot 0213\ g$ »Homogentisinsäure«. Das Frischgewicht von 100 Wurzelspitzen ermittelten wir bei einer Wägung mit $0 \cdot 0176\ g$; es bleibt demnach wesentlich hinter dem berechneten Gehalt an Homogentisinsäure zurück, ein Beweis, daß offenbar dieser bedeutend niedriger gelegen sein muß. Ähnliche Überlegungen lassen eine ganze Reihe von Experimenten, für welche die entsprechenden Daten vorliegen, zu.

Die Antifermentreaktion haben wir bisher noch nicht zu untersuchen Gelegenheit gefunden, wir hoffen, in einer späteren Mitteilung darauf zurückkommen zu können.

[1] Ber. der Deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XX, H. 8, p. 466.

Zur Kenntnis des absteigenden Wasserstromes

von

Kurt Schechner.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Juli 1909.)

Einleitung.

Seit langer Zeit schon ist es bekannt, daß das Wasser in der Pflanze sich nicht nur in aufsteigender, sondern auch in absteigender Richtung bewege. Insbesondere Hales[1] hat durch seine Versuche es außer Zweifel gestellt, daß in Holzgewächsen unter gewissen Bedingungen ein absteigender Wasserstrom sich einstellen könne.

Bis Straßburger[2] zieht sich die Kette der einschlägigen Versuche, deren Resultat sich dahin zusammenfassen läßt, daß unter abnormen Umständen auch in der lebenden Pflanze eine Umkehr des Wasserstromes erzielt werden könne. Daß aber analog dem aufsteigenden Wasserstrom unter bestimmten Bedingungen in derselben Pflanze ein absteigender Wasserstrom vorhanden sei, daran wurde nicht gedacht.

Erst Wiesner nahm einen solchen regelmäßig vor sich gehenden, absteigenden Wasserstrom an und behandelte auf experimentellem Wege die Frage, ob dieser durch sein Eintreten eine Reihe von Erscheinungen ursächlich beeinflusse.

Die Annahme eines absteigenden Wasserstromes ging von einer Erscheinung aus, die Wiesner gelegentlich ein physio-

---

[1] Hales, Statik der Gewächse. Deutsche Übersetzung 1748, p. 77.

[2] Straßburger Eduard, Histologische Beiträge III. Jena 1891. Die Umkehrung des Wasserstromes, p. 582 *a*. Die Umkehrung der Wasserbahnen, p. 936.

logisches Paradoxon nannte. Er tauchte den Gipfel eines *Ampelopsis*-Sprosses unter Wasser, während die der Anlage nach unteren Blätter frei transpirierten. Und nun zeigte sich nach einiger Zeit das überraschende Resultat, daß der Gipfel unter Wasser welk wurde. Wiesner schloß daraus, daß hier ein Wasserentzug seitens der unteren, frei transpirierenden Blätter vorliegen müsse, denn ein ganz untergetauchter Sproß blieb turgeszent, ja nahm sogar an Turgeszenz zu. Auf einen ähnlichen Wasserentzug seitens der unteren Blätter führt Wiesner das Öffnen gewisser transpirierender Blüten zurück.[1] Durch den Wasserentzug seitens der stärker transpirierenden Laubblätter tritt eine Wasserverteilung in den Geweben der Corollblätter ein, die zum Öffnen führt.

Die abnormale Wasserbewegung zeigte auch Wiesner an einer Erscheinung, die er korrelative Transpiration[2] nannte. Wurden nämlich abgeschnittene *Aeskulus*-Sprosse derart an einem Südfenster in feuchten Sand gestellt, daß die eine Blattknospe voll beleuchtet wurde, während die gegenüberstehende im Schatten sich befand, so verkümmerte die letztere, weil ihr das Wasser von der stärker transpirierenden, hell beleuchteten entzogen wurde.

An die Annahme eines absteigenden Wasserstromes knüpfte auch Wiesner einige Ideen[3] zur Erklärung von Erscheinungen, die bisher nur aus Gesichtspunkten der Erblichkeit gewertet wurden.

In neuerer Zeit bestritt Pringsheim[4] die Berechtigung, aus den Wiesner'schen Versuchen auf einen absteigenden Wasserstrom zu schließen, und leugnet, gestützt auf Versuche und Berechnungen der osmotischen Drucke in Basis und Spitze, die Möglichkeit eines absteigenden Wasserstromes.

---

[1] Wiesner Julius, Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen. Diese Sitzungsberichte, Bd. LXXXVI, I. Abt., Novemberheft, 1882.

[2] Wiesner Julius, Über korrelative Transpiration. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXIV, Abt. I, Mai 1905.

[3] Wiesner Julius, Der absteigende Wasserstrom und dessen physiologische Bedeutung. Bot. Zeitung 1889.

[4] Pringsheim Ernst, Wasserbewegung und Turgorregulation. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XLIII, Heft 1.

Da hier nun die Meinungen auseinander gingen, betraute mich Herr Hofrat Wiesner mit der Aufgabe, zu untersuchen, ob auch in bewurzelten Pflanzen und in Sprossen, die nicht durch teilweise Submersion am Transpirieren gehindert werden, ein absteigender Wasserstrom sich einstelle, wenn die Wasserzufuhr nicht in dem von der Pflanze geforderten Verhältnis zur Wasserabgabe steht.

Bevor ich in die speziellen Untersuchungen eingehe, sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrat Prof. Dr. Julius Wiesner für die Anregung zu dieser Arbeit und für die vielfache Unterstützung bei ihrer Ausführung meinen wärmsten Dank zu sagen.

Herrn Privatdozent Dr. Karl Linsbauer danke ich aufrichtig für manchen Rat und für das freundliche Entgegenkommen.

Spezielle Untersuchungen.

Versuche mit Eupatorium adenophorum.

Herr Hofrat Wiesner machte mich auf das Verhalten eines trocken gestellten Eupatoriumstockes aufmerksam. An ihm welkten die Blätter in akropetaler Folge.

Zur Erklärung dieser Reihenfolge des Welkens konnte unter der Voraussetzung einer stärkeren Transpiration der entwickelten Blätter angenommen werden, daß die Eigentranspiration dieser so rasch vor sich ging, daß eine Vertrocknung der Gewebe eher erfolgte, als das Heranziehen des Wasserreservoirs der jüngeren Blätter.

Für diese Annahme sprach das Verhalten eines abgeschnittenen Sprosses, dessen Gipfel unter Wasser fixiert worden war. Die Schnittfläche war verklebt, die freien Blätter konnten ungehindert transpirieren. Nach kurzer Zeit schon zeigte sich, daß der Gipfel schlaff wurde. Es mußte ein Wasserentzug seitens der freien Blätter angenommen werden. Denn, tauchte ich einen Sproß ganz unter Wasser, so blieb er turgeszent, nahm sichtlich Wasser auf und blieb dabei frisch und wachstumsfähig, denn er krümmte sich negativ geotropisch. Ich prüfte auch auf andere Weise die Möglichkeit einer

Schädigung durch das eintretende Wasser. Ich bestrich den Sproßgipfel mit Vaselin, so daß ein Wassereintritt ausgeschlossen war. Auch er wurde schlaff, wenn die unteren Blätter frei transpirieren konnten.

Allerdings widersprach dem das Verhalten der unteren Blätter am trocken gestellten Stocke. Man hätte erwartet, wenn die Erklärung des Wasserentzuges seitens der unteren, stärker transpirierenden Blätter richtig wäre, daß die Blätter in basipetaler Folge welken. Genau das Gegenteil trat aber ein. Immerhin konnte man noch die Langsamkeit der Wasserbewegung und die starke Eigentranspiration im oben gedeuteten Sinne für das Vertrocknen verantwortlich machen. Denn, daß der Wasserstrom — selbst der normale — so langsam vor sich geht, daß er starker Transpiration nicht Stand halten kann, hat schon Sachs [1] gezeigt.

Wenn aber gezeigt würde, daß die unteren Blätter schwächer transpirieren, dann wäre die Möglichkeit dieser Erklärung des Vertrocknens der unteren Blätter ausgeschlossen.

Ich schnitt deshalb Blätter an den Stielen [2] unter Wasser [3] ab und brachte sie in mit Wasser gefüllte Eprouvetten. Die Verdunstung der freien Wasseroberfläche wurde durch eine Ölschicht ausgeschaltet. In der Zeit zwischen den Einzelwägungen befanden sich die Eprouvetten in einem hellen Raum.[4] In der nachstehenden Tabelle sind die Transpirationsgrößen eines alten *(a)*, mittleren *(b)* und sehr jungen *(c)* Blattes wiedergegeben.

Der bequemen Übersicht halber werde ich von nun ab jüngste Blätter, die sich im Zustand beginnender Gewebedifferenzierung befinden, Blätter im Stadium I, mittlere, bei denen die Gewebdifferenzierung fortgesetzt, aber noch nicht vollendet ist, Blätter im Stadium II und endlich alte Blätter, die vollkommen differenzierte Gewebe aufweisen, Blätter im Stadium III nennen.

---

[1] Sachs, Lehrbuch der Botanik, 3. Auflage, 1873, p. 590 f.

[2] Siehe Methodisches p. 932.

[3] De Vries bei Sachs, l. c.

[4] Siehe Methodisches p. 932.

	Oberflächengröße	Temperatur	Luftfeuchtigkeit	Zweistündige Transpirationsgröße, bezogen auf 1 dm^2
a	27·5 cm^2	21° C.	74%	0·4 *g*
b	12			0·32
c	0·62			3

Da nun aus der Tabelle hervorgeht, daß die unteren Blätter am schwächsten transpirieren, kann das Vertrocknen der unteren Blätter nicht auf das auf p. 919 angenommene Mißverhältnis von Eigentranspiration und Wasserleitung zurückgeführt werden.

Es lag aber eine andere Möglichkeit vor. Es konnte auch das Vertrocknen der unteren Blätter als indirekte Folge eines Entzuges von Baustoffen seitens der wachsenden Sproßspitzen aufgefaßt werden. Ein hierdurch bedingtes Absterben hätte zu einer vollständigen Durchlässigkeit des Plasmas geführt und erst dieses Verhalten des Plasmas hätte sekundär ein Vertrocknen veranlaßt.

Ich glaube durch zwei Versuche zeigen zu können, daß diese Annahme nur zum Teil zutrifft.

1. Ich stellte einen *Eupatorium*-Stock ins Finstere, schloß also CO_2-Assimilation aus; täglich begoß ich selbst den Stock, so daß infolge normaler Wasserversorgung Transpiration, wenn auch durch die Dunkelheit gehemmt, nicht ausgeschlossen war. Auch hier trat ein Vertrocknen in der gewohnten Reihenfolge, also von der Basis zur Spitze ein.

2. In ein mit Wasser gefülltes Gefäß steckte ich einen *Eupatorium*-Sproß in der Weise, daß er bis auf die obersten Blätter unter Wasser war. Nur die obersten Blätter konnten ungehindert transpirieren. Die Schnittfläche erneuerte ich täglich, um eine ungehinderte Wasserleitung zu ermöglichen. Auch Versuch 2 wurde in derselben dunklen Ecke des Institutsganges ausgeführt wie Versuch 1. Die im Wasser befindlichen Blätter blieben frisch.

Nach Versuch 1 könnte man wohl glauben, daß das Vertrocknen im oben gedeuteten Sinne nur auf einem Entzug

der Baustoffe beruhe, da ja für ungehinderte Transpiration durch Begießen und durch die sonstigen Vegetationsbedingungen gesorgt war. Es entzogen die wachsenden jüngsten Teile, da sie nicht assimilieren konnten, die fürs Wachstum nötigen Baustoffe den älteren Teilen, eine Bestätigung jenes in der Natur immer wiederkehrenden Falles, daß alternde Organe jungen, entwicklungsfähigen geopfert werden.

Daß aber Entzug der Baustoffe allein ein Vertrocknen nicht herbeiführt, zeigt Versuch 2. Denn, wäre dies der Fall, dann müßten die unter Wasser befindlichen Blätter im Versuch 2 absterben, da ja die jüngsten Teile, die außer Wasser waren, fortwuchsen. Sie waren aber frisch. Ein Parallelversuch, der ja nur eine Wiederholung von 1 darstellt, festigt die Annahme, daß ein Entzug der Baustoffe allein das Vertrocknen nicht herbeiführen könne. Denn stecke ich einen Sproß mit dem unteren Ende ins Wasser — auch im Dunkeln —, so tritt wieder ein Welken in akropetaler Folge ein.

Man kann also sagen, daß Entzug der Baustoffe und vornehmlich Wasserentzug das Vertrocknen der unteren Blätter herbeiführt. Und in der Tat sprechen viele Gründe für die Annahme eines Wasserentzuges seitens der oberen, stärker transpirierenden Teile. Es erscheint für den Augenblick unwahrscheinlich, daß die jünsten Blätter, die fast keine Interzellularen besitzen, stärker transpirieren sollten, als alte, deren Interzellularen und Stomata vollentwickelt sind. Aber abgesehen davon, daß zwischen Größe der Interzellularen, Zahl der Stomata und Transpirationsgröße keine Proportionalität[1] besteht, spricht für die stärkere Transpiration der jüngsten Blätter ihre dünne Cuticula, überhaupt die Zartwandigkeit der Zellen der betreffenden Gewebe und die Tatsache, daß die Oberfläche im Verhältnis zum Inhalt mit der Abnahme der Größe zunimmt. Zur stärkeren Transpiration der jüngsten Teile kommt aber noch ihr höherer osmotischer Druck, der zum großen Teil durch stärkere Transpiration bedingt wird (siehe theoretischer Teil).

Gegen den Wasserentzug durch die jüngsten Teile spricht bloß das Verhalten eines abgeschnittenen Sprosses, der sich mit

[1] Burgerstein, Transpiration der Pflanzen. Jena 1904, p. 30.

dem Gipfel unter Wasser befand, und eines solchen, der in relativ trockenem Raum aufgehängt war.

Ohne Zweifel beruht das Welken des Sproßgipfels unter Wasser auf einem Wasserentzug durch die transpirierenden Blätter; daß dieser Wasserentzug durch die an der bewurzelten Pflanze schwächer transpirierenden unteren Blätter erfolgt, ist nur scheinbar abnorm, in Wahrheit aber, wie ich weiter unten zeigen werde, nur eine Bestätigung jenes Falles, daß eine Wasserströmung sich dorthin einstellt, wo ein größerer osmotischer Druck herrscht.

Sonderbarer war das Verhalten eines in trockenem Raum aufgehängten *Eupatorium*-Sprosses. Nach kurzer Zeit schon war der Gipfel welk, während sich die unteren Blätter in frischem Zustande befanden. Man war versucht, an einen absteigenden Wasserstrom zu glauben.

Brachte ich aber den gleichen Sproß ins Warmhaus, wo eine Luftfeuchtigkeit von 97% herrscht, dann trat genau das Gegenteil ein. Die unteren Blätter welkten in regelmäßiger Folge zur Spitze hin, der Gipfel war turgeszent und krümmte sich, da der Sproß eine geneigte Lage hatte, negativ geotropisch. Daß der Sproßgipfel im trockenen Raum zuerst welkte, darf nicht wundernehmen. Es war eben in diesem Falle seine Eigentranspiration größer als die Schnelligkeit der Wasserleitung von unten her. Zudem kommt noch der Umstand, daß er seiner Jugend wegen in geringerem Grade in der Lage ist, ungünstigen äußeren Einflüssen zu trotzen. In gleicher Weise erklärt sich die Tatsache, daß die Sproßgipfel an heißen Tagen welk herabhängen. Es fand in diesen Fällen nicht ein Wasserentzug infolge absteigenden Wasserstromes statt; vielmehr ist auch hier die Eigentranspiration stärker und schneller vor sich gegangen als die Wasserleitung.[1] Der Vollständigkeit halber

[1] Man erwäge auch, daß infolge der durch die Tageshitze eintretenden Bodentrockenheit die älteren Blätter die Fähigkeit haben, ihre Transpiration herabzusetzen, da nach den Untersuchungen von Leitgeb die Stomata bei zu geringer Bodenfeuchtigkeit sich schließen. Ein ähnliches Regulativ zur Herabsetzung der Transpiration haben aber die jüngsten Blätter, deren Transpiration vornehmlich eine epidermoidale ist, nicht, da sie ja entweder noch gar keine oder noch unausgebildete Spaltöffnungen haben.

führe ich noch zwei Versuche an, die ich mit *Boehmeria polystachia* anstellte und die wohl auf *Eupatorium* bezogen werden können, da *Boehmeria* in allen anderen Fällen genau das gleiche Verhalten zeigt wie *Eupatorium*.

Ich hüllte

1. eine *Boehmeria* ganz und

2. eine bis auf die obersten Blattpaare in feuchtes Filtrierpapier ein.

In beiden Fällen wurde das Filtrierpapier durch eine Tropfvorrichtung fortwährend feucht erhalten. Die Töpfe waren mit Guttapercha umhüllt, um eine Durchnässung des Bodens zu verhindern. Im ersten Falle fielen nach einiger Zeit die Blätter ab;[1] im zweiten verschrumpften die eingehüllten und fielen erst nach dem Vertrocknen ab, während die freien Blattpaare sich die ganze Zeit frisch erhielten. Ein Verhalten, das die Tatsache des Wasserentzuges aus den unteren Blättern durch die oberen aufs deutlichste zeigt, wenn man erwägt, daß *Boehmeria* sehr rasch transpiriert und daß an einem trocken gestellten Exemplare auch die oberen Blätter schon nach kurzer Zeit welkten. Daß aber ein absteigender Wasserstrom eintritt, wenn die unteren Blätter (Stadium III) die stärker transpirierenden sind, zeigen meine Versuche mit Lithiumsalpeterlösungen. Ich wählte einprozentige Lösungen, von denen Sachs[2] zeigte, daß sie der Pflanze nicht schaden, und daß das Lithium in der Steighöhe hinter dem Wasser nicht zurückbleibt.

Ich tauchte den Gipfel eines im Verbande mit der Pflanze befindlichen Sprosses in eine Lösung von salpetersaurem Lithium und ließ ihn nur so kurze Zeit in dieser, daß ein Schlaffwerden nicht eintrat. Dann wurde dieser Sproß abgeschnitten, die Schnittfläche mit geschmolzener Cacaobutter verklebt und in demselben Raum aufgehängt, den ich oben als relativ trocken bezeichnete. Auch in dem Falle wurde zuerst der Gipfel welk, da ja durch Benetzung (Wiesner, l. c.) seine

[1] Wiesner, Physiologie. Wien 1906, p. 282.

[2] Sachs, Verhalten färbender und nicht färbender Lösungen im Fließpapier. Arbeiten des botanischen Institutes in Würzburg, Bd. II, 1882, p. 162 u. 163.

Eigentranspiration gesteigert wurde und die Heranziehung des Wasserreservoirs der unteren Blätter nicht rechtzeitig erfolgte. Die unter dem Gipfel befindlichen Blätter, die ich in der Tabelle als mittlere (Stadium II) bezeichnete, transpirieren schwächer als die untersten, als alte bezeichnete Blätter (Stadium III). Da aber osmotischer Druck und Transpirationsgröße in Wechselbeziehung stehen, müßte, wenn die Annahme einer Wasserbewegung von einer Stelle niederen osmotischen Druckes zu einer höheren auf Wahrheit beruht, ein absteigender Wasserstrom von den mittleren (Stadium II), schwächer transpirierenden zu den alten, stärker transpirierenden (Stadium III) sich einstellen. Und in der Tat konnte ich auf spektroskopischem Wege in den unteren Blättern Lithium nachweisen.

Ich glaube nun durch meine Versuche mit *Eupatorium adenophorum* gezeigt zu haben, daß

1. das Welken der unteren Blätter vornehmlich auf Wasserentzug durch die oberen, stärker transpirierenden Blätter und nur zum Teil auf einem Absterbeprozeß beruht, der vermutlich durch Entzug von Baustoffen seitens der wachsenden Organe herbeigeführt wird,

2. daß der absteigende Wasserstrom sich nur dann einstellt, wenn die unteren Blätter die stärker transpirierenden sind.

Versuche mit Syringa vulgaris.

Ein unter Wasser getauchter Sproßgipfel welkte, wenn die unteren Blätter frei transpirierten. Eine Schädigung durch eindringendes Wasser war ausgeschlossen, denn ein ganz untergetauchter Sproß blieb turgeszent und ein mit Vaselin bedeckter Sproßgipfel wurde trotz Abhaltung des eindringenden Wassers welk, wenn die Transpiration der unteren Blätter ungehindert vor sich ging. Auch in diesem Falle wurde man durch das Verhalten eines abgeschnittenen und in relativ trockenem Raum aufgehängten Sprosses in der Annahme eines absteigenden Wasserstromes bestärkt. Allein, wurde ein Sproß im feuchten Raum aufgehängt, so welkten die Blätter in

akropetaler Folge, der Gipfel des untergetauchten horizontal liegenden Sprosses wuchs negativ geotropisch weiter.

Daß sich aber auch hier ein absteigender Wasserstrom einstellte, wenn die Bedingungen eines osmotischen Gefälles von der Basis zur Spitze eintraten, zeigte ein mit *Eupatorium* analoger Versuch.

Der Gipfel eines mit der Versuchspflanze in normalem Verband befindlichen Sprosses wurde auf kurze Zeit ($^1/_2$ Stunde) in eine 1% Lithiumsalpeterlösung gebracht. Herausgenommen, ehe der Sproß welk geworden war, wurde der betreffende Sproß abgeschnitten, die Schnittfläche verklebt und der Sproß im gleichen Raum wie *Eupatorium* aufgehängt. Vorerst welkte der Sproßgipfel; denn seine Eigentranspiration wurde durch Benetzung gesteigert und die Zuleitung des Wassers aus den unteren Blättern konnte daher um so eher nicht genug rasch vor sich gehen, um das Welken des Gipfels rechtzeitig zu verhindern. War aber einmal der Gipfel welk, so kamen am Sproß bloß die oberen (mittleren Stadium II) und die unteren (alten Stadium III) Blätter als transpirierend in Betracht. Da jetzt die unteren die stärker transpirierenden waren, trat ein Entzug des Wassers aus den oberen durch die unteren ein.

In der Tat zeigten die unteren Blätter im Spektroskop deutliche Lithiumreaktion.

Ein ähnlicher Versuch zeigte, daß auch an der normal bewurzelten Pflanze sich ein absteigender Wasserstrom einstellen kann, wenn die stärkere Transpiration des Sproßgipfels ausgeschaltet war.

Ich tauchte den Gipfel eines im Verbande mit der Pflanze befindlichen Sprosses in eine 1% Lithiumsalpeterlösung. Ehe noch ein Welken eintrat, nahm ich den Gipfel heraus; infolge seiner großen Eigentranspiration trat ein rasches Welken desselben ein. Der Sproß blieb vorläufig im Verbande mit der Pflanze. Nach einiger Zeit schnitt ich den Sproß ab und untersuchte die Blätter auf ihren Lithiumgehalt. Bis zum fünften Blattpaar konnte ich Lithium noch nachweisen.

Selbstredend hatte ich *Syringa* schon vorher auf seinen Lithiumgehalt geprüft und gefunden, daß es ebenso wie *Eupatorium* und alle anderen hier untersuchten Pflanzen frei

von Lithum war. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß sich ein Wasserstrom stets von einer Stelle niederen osmotischen Druckes zu einer höheren osmotischen Druckes bewegt, mag er nun die Richtung des auf- oder absteigenden Wasserstromes haben.

Nachstehend die Transpirationswerte von *Syringa vulgaris*.

Blatt	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	Trockensubstanz	Wassergehalt	Zweistündige Transpirationsgröße bezogen auf				Luftfeuchtigkeit	Temperatur
					100 cm^2	100 g Lebendgewicht	100 g Trockensubstanz	100 g Wassergehalt		
		Gramm			Gramm					
altes	30	0·60	0·15	0·450	0·43	50	200	60		
mittleres	12	0·342	0·06	0·172	0·35	45	180	50	81%	20° C
jüngstes	1·5	0·074	0·018	0·056	0·8	120	240	70		

Versuche mit Acer tataricum.

Ein absteigender Wasserstrom stellte sich ein, wenn die Transpiration der jüngsten (Stadium I), sehr stark transpirierenden Blätter angeschlossen war und nun die unteren, älteren Blätter (Stadium III) stärker tranpirierten als die oberen mittleren (Stadium II).

Um diesen nachzuweisen, steckte ich zwei Sproßgipfel bewurzelter Stöcke (im Freien) in 1% Lithiumsalpeterlösung. Nach kurzer Zeit gab ich beide heraus. Den einen Sproß schnitt ich an der Basis ab, während ich den zweiten im Verbande mit der Pflanze ließ. Den abgeschnittenen Sproß hing ich nach Verklebung der Schnittfläche im relativ trockenen Raum auf. In beiden Fällen welkten die Sproßgipfel aus den oben genannten Gründen (p. 925) rasch und funktionstüchtig blieben an der Pflanze bloß die unteren, alten Blätter und mittleren, nun mehr oberen Blätter.

Da im ersten Fall überhaupt keine Wasserzufuhr stattfand, im zweiten Fall wegen der hohen Tagestemperatur eine

zu geringe, um den höheren Transpirationsverlust der nun stärker transpirierenden Blätter zu decken, trat die Erscheinung des absteigenden Wasserstromes ein, indem die unteren, ältesten Blätter (Stadium III) den oberen, schwächer transpirierenden mittleren Blättern (Stadium II) Wasser entzogen.

Auf spektroskopischem Wege wies ich auch in den untersten Blättern Lithium nach, das mit dem absteigenden Wasserstrom eingewandert war.

Daß aber das Welken des Sproßgipfels am unbenetzten Sproß nicht auf Wasserentzug durch die unteren Blätter, sondern vielmehr auf höhere Eigentranspiration zurückzuführen war, bewies ein in einem feuchten Raum (Luftfeuchtigkeit 97%) aufgehängter Sproß, dessen Gipfel straff blieb, während die unteren Blätter in akropetaler Folge welkten. Es dienten auch in dem Falle die unteren Blätter den jüngsten stärker transpirierenden als Wasserreservoirs.

In der nachfolgenden Tabelle bezog ich die Transpirationsgröße nur auf Oberfläche, der es mir aus den weiter unten zu erörternden Gründen völlig ausreichend erscheint zur Erzielung genauer relativer Transpirationswerte die Beziehung auf die Oberfläche vorzunehmen.

Blatt	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	Zweistündige Transpirationsgröße bezogen auf		Temperatur	Luftfeuchtigkeit
			100 cm^2	100 g Lebendgewicht		
		Gramm				
altes	95	0·945	0·1	20	22·9° C	82%
mittleres	8	0·085	0·08	16		
jüngstes	2	0·045	0·8	48		

Versuche mit Goldfussia glomerata.

An trocken gestellten Exemplaren wie an abgeschnittenen Sprossen welkten die Blätter in akropetaler Folge. Daß hier Wasserentzug seitens der obersten Blätter vorlag, bewies das

Verhalten eines eingetopften Exemplares, das bis auf die obersten Blätter mit andauernd feuchtem Filtrierpapier umhüllt war.

Der im Verlaufe des Versuches trocken gewordene Boden war mit Guttapercha umhüllt, um eine etwaige Befeuchtung zu verhindern.

In dem durch das Filtrierpapier geschaffenen absolut feuchten Raum konnten die Blätter nicht transpirieren und ihr Welken muß durch einen Wasserentzug seitens der obersten, frei transpirierenden Blätter erklärt werden.

Wasserentzug durch die unteren Blätter stellte sich ein, wenn der Sproßgipfel durch Submersion in Wasser am Transpirieren gehindert war, während die unteren Blätter frei transpirierten. Ein absteigender Wasserstrom trat an einem Exemplar ein, dessen oberste Blätter (Stadium I) entfernt waren. Die untersten Blätter transpirierten nun stärker als die nun obersten, die im Mittelstadium waren. Hörte die Wasserzufuhr von unten her auf, so entzogen die nun stärker transpirierenden unteren Blätter den obersten das Wasser und die Blätter welkten in basipetaler Folge.

	Oberflächengröße cm^2	Lebendgewicht	Zweistündige Transpirationsgröße bezogeen auf		Temperatur	Luftfeuchtigkeit	
			100 cm^2	100 g Lebendgewicht			
		Gramm					
a	7	0·182	0·1675	12			altes
b	4	0·1475	0·075	5	21·6° C	79%	mittleres
c	0·5	0·032	0·5425	35			jüngstes

Versuche mit Phaseolus multiflorus.

An einem trocken gestellten Exemplar welkten die untersten Blätter zuerst infolge Wasserentzuges durch die oberen stärker transpirierenden. Wasserentzug durch die unteren Blätter trat ein, wenn der Sproßgipfel unter Wasser war.

Schön zeigte sich das Eintreten eines absteigenden Wasserstromes, wenn die untersten Blätter (Stadium III) die stärker transpirierenden waren. Ich schnitt die obersten jüngsten Teile (Stadium I) eines eingetopften Exemplares weg, verklebte die Schnittfläche und begoß das Exemplar nicht mehr. An demselben waren nur ausgewachsene Blätter.

Nach kurzer Zeit trieb in geringer Entfernung von der Basis ein Seitensproß; dessen Blätter, die sich im jüngsten Stadium (I) befanden, transpirierten sehr stark und entzogen, da die Wasserzufuhr von unten her ausblieb, den höher befindlichen, größeren Blättern das Wasser, so daß diese welkten. Daß aber das Welken des Sproßgipfels an einem im relativ trockenen Raum aufgehängten Sproß nicht auf Wasserentzug durch die unteren Blätter, sondern auf dem Mißverhältnis der starken Wasserabgabe zur langsam vor sich gehenden Wasserzufuhr aus den unteren Blättern beruhe, bewies ein im feuchten Raum aufgehängter Sproß, dessen Blätter in akropetaler Folge welkten.

Blatt	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	Trockensubstanz	Wassergehalt	Zweistündige Transpirationsgröße bezogen auf: 100 cm^2	100 g Lebendgewicht	100 g Trockensubstanz	100 g Wassergehalt	Temperatur	Luftfeuchtigkeit
		Gramm			Gramm					
altes	46	0·703	0·055	0·648	0·34	43	57	46	26° C	84%
jüngstes	1·16	0·026	0·002	0·024	0·6	50	70	60		

Analoge Versuche mit *Phaseolus vulgaris, Cucurbita Pepo* und *Ampelopsis quinquefolia* ergaben die gleichen Resultate. An trocken gestellten Exemplaren von *Phaseolus vulgaris* will Pringsheim ein rasches Vertrocknen der Spitze beobachtet haben. Ich kann diese Erscheinung nicht bekräftigen, da eher im Gegenteil auch hier die Blätter in akropetaler Folge welkten.

Es steht ja auch dieses Verhalten eher im Zusammenhang mit den Transpirationswerten, da die Blätter in kontinuierlicher Folge von der Basis zur Spitze stärker transpirieren.

Nachstehend die Tabellen über die Transpirationswerte von *Phaseolus vulgaris* und *Cucurbita Pepo*.

Phaseolus vulgaris.

	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	Zweistündige Transpirationsgröße bezogen auf		Temperatur	Luftfeuchtigkeit
			100 cm^2	100 g Lebendgewicht		
		Gramm				
a	18	0·323	0·4	40	18·2° C	72%
b	2	0·038	0·6	60		

Cucurbita Pepo.

	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	Einstündige Transpirationsgröße bezogen auf		Temperatur	Luftfeuchtigkeit
			100 cm^2	100 g Lebendgewicht		
		Gramm				
a	16·5	0·229	1·65	100	18·2° C	72%
b	0·5	0·010	0·23	34		

Methodisches über die Bestimmung der Transpirationsgröße der Blätter.

Um den Gang der Darstellung nicht zu unterbrechen, habe ich die bei der Bestimmung der Transpirationsgröße in Anwendung gebrachte Methode nur flüchtig gestreift. Wegen ihrer prinzipiellen Wichtigkeit bei der Deutung meiner Versuchsergebnisse halte ich eine genauere Darstellung der Methode so wie des Verhältnisses, in dem Blattalter und

Transpirationsgröße stehen, für geboten, zumal bei einzelnen Autoren verschiedene Wertung der beobachteten Transpirationsgröße wahrzunehmen ist.

Um die relative Transpirationsgröße von Blättern zu bestimmen, steckte ich den Blattstiel[1] in ein mit Wasser gefülltes Proberöhrchen, erneuerte die Schnittfläche unter Wasser und schloß die freie Wasseroberfläche mit einer Ölschichte ab. In der Zeit zwischen den Einzelwägungen befanden sich die so adjustierten Blätter in hellem Raum. Ich betone dies, da sich in der Literatur Angaben finden, nach denen die Blätter während der Versuchsdauer in der Dunkelkammer standen. Da wurde aber gerade die ausgiebige stomatäre Transpiration der älteren Blätter ausgeschlossen, weil ja im Dunkeln regelmäßig ein Verschluß der Stomata[2] eintritt. Es leuchtet ein, daß sich dann die älteren Blätter im doppelten Nachteil gegenüber den jüngeren befanden; dicke Kulikula und gehinderte Transpiration infolge geschlossener Stomata. Selbstredend durfte ich das freie Transpirieren nicht auf längere Zeit ausdehnen; in zwei Stunden bekam ich regelmäßig ansehnliche Transpirationsunterschiede, ohne daß an den Blättern irgend ein Welksein zu merken war.

Bei überaus stark transpirierenden Pflanzen wie *Humulus* begnügte ich mich mit einer halbstündigen Transpiration. Im Anfange bezog ich den relativen Transpirationswert auf die Oberfläche der Blattspreite,[3] die ich bei kleinsten Blättern auf Millimeterpapier bestimmte; bei Bestimmung der Oberfläche größerer Blätter aber, wo Vernachlässigung von Quadratmillimetern die Resultate nicht änderte, wendete ich das Planimeter an.

---

[1] Da es sich mir ja in allen Fällen nur um Vergleichsgrößen handelte, schien es mir ausreichend, jedesmal nur die Blattstiele und nicht auch Stammstücke, an denen sich die Blätter befanden, ins Wasser zu stecken.

[2] Wiesner fand, daß an Blättern von *Hartwegia comosa* die Spaltöffnungen auch im Finstern offen waren.

Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze. Diese Sitzungsberichte, Bd. LXXIV, I. Abt., Oktober-Heft, 1876. Siehe auch Burgenstein, Transpiration der Pflanzen, l. c., p. 34.

[3] Die Transpiration des Blattstieles schloß ich durch Bestreichen desselben mit geschmolzener Cakaobutter aus.

Im Laufe der Untersuchungen bezog ich auch die Transpirationsgröße auf das Lebendgewicht. Ich folgte nur dem in der Literatur üblichen Vorgehen, obgleich es von vornherein keineswegs klar ist, in welcher Beziehung Lebendgewicht und Wasserabgabe stehen sollten.[1] Tatsächlich fand ich auch in vielen Fällen übereinstimmende, in vielen einander widersprechende Resultate.

Brauchbare, vergleichende Transpirationswerte werden wir nur dann erhalten, wenn wir die Beziehung der relativen Transpirationsgröße auf jene in der Organisation der Pflanze gelegenen Faktoren in Erwägung ziehen, die die Transpiration unmittelbar beeinflussen. Von welchen Faktoren aber hängt die Intensität der Verdunstung ab?

Doch wohl von der Größe der verdunstenden Fläche und endlich von den Transpirationswiderständen, die durch die chemisch-physikalische Beschaffenheit der transpirierenden Membran und des Protoplasmas gegeben sind. Daß aber Größe des Lebendgewichtes und der Trockensubstanz die Wasserabgabe ursächlich beeinflussen, dürfte kaum der Fall sein, da ja mit einem Steigen des Gewichtes nicht notwendig auch die absolute Wasserabgabe steigt.

Die Beziehung auf die Oberfläche wird stets die verläßlichsten Vergleichsresultate liefern, da ja mit der Größe der verdunstenden Fläche unter sonst gleichen Umständen stets die Größe der Verdunstung steigen wird.

Soll also die Bestimmung der Transpirationsgröße nur dazu dienen, um Vergleichsgrößen zu erzielen — und nur um solche handelte es sich in der vorliegenden Arbeit — so reicht stets die Beziehung auf die Oberfläche aus.

Wollen wir aber ein klares Bild der Wasserökonomie der Pflanze gewinnen, so werden wir wohl noch andere Beziehungen berücksichtigen müssen.

Schon der Quotient aus Wasseraufnahme und Wasserabgabe wird uns zeigen, wie die Pflanze mit dem aufgenommenen Wasser wirtschaftet; er muß in kleinen Zeit-

[1] So fand Bergen, daß viele Blätter ihre höchste Flächengröße früher erreichen als ihre definitive Dicke.

räumen (Minuten) bestimmt werden, da, wie von Eberdt in einigen Fällen gezeigt wurde, in größeren die Menge des aufgenommenen Wassers gleich ist der abgegebenen.[1] In Zeiten geringer Wasserzufuhr aber nimmt die Pflanze das in ihr vorhandene Wasserreservoir zu Hilfe.

Wir müssen also auch den Wassergehalt einer Pflanze kennen lernen, um uns klar darüber zu werden, welche Fonds an Wasser der Pflanze zur Verfügung stehen. Je geringer nun der in der Pflanze befindliche Fond ist — der Wassergehalt relativ genommen — umso mehr muß die Pflanze in schlechten Zeiten den Wasserverbrauch einstellen; denn gar zu leicht würde eine verschwenderische Wasserabgabe zu vollständigem Turgorverlust führen.

Wollen wir solche Erwägungen auf die Transpiration einzelner Blätter anwenden, so erscheint es vom teleologischen Standpunkte von vornherein wahrscheinlich, daß Blätter, deren Wassergehalt relativ geringer ist, schwächer transpirieren werden. Bei den jüngsten Blättern aber, deren Gewebe relativ wasserreicher sind, kann bei ungestörter Wasserzufuhr eine erhöhte relative Wasserabgabe stattfinden. Wir werden also bei Vergleichung von Verdunstungsgrößen die Beziehung auf die Oberfläche vornehmen, vorausgesetzt, daß die Blätter bei gleicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit transpirieren.

Wenn wir aber ein genaues Bild der Wasserökonomie des Blattes gewinnen wollen, dann müssen wir folgende Faktoren in Rücksicht ziehen:

1. Temperatur
2. Luftfeuchtigkeit } der umgebenden Atmosphäre,
3. Größe der Oberfläche,
4. Wassergehalt des Blattes und
5. Verhältnis von aufgenommener zu abgegebener Wassermenge.

[1] Eberdt bei Burgerstein, Die Transpiration der Pflanzen, l. c., p. 17.

Transpirationsgrößen von Blättern in verschiedenen Lebensaltern.

Die Literatur ist leider nicht reich an Beobachtungen, die darlegen, in welchem Verhältnis Blattalter und Transpirationsgröße stehen. Doch wurde in allen Fällen — also auch bei *Hopfen*blättern gefunden, daß »junge« Blätter stärker transpirieren als »alte«.

Daß dieses Verhalten mit dem anatomischen Bau zusammenhängt, wurde schon auf Seite 922 gezeigt. Aber auch folgende Erwägungen scheinen mir einen Beitrag zur Erklärung dieses Verhaltens zu liefern. Schneide ich Blätter ab und lasse sie frei transpirieren, so verabgaben sie nur ihr eigenes Wasser. Es wird also wohl eine Beziehung zwischen den zu verabgabenden Wasservolumen und der freien Oberfläche herrschen.[1]

Nehmen wir als Beispiel das *Syringa*-Blatt in seinen drei typischen Stadien. Der Wassergehalt eines ausgewachsenen *Syringa*-Blattes (30 cm^2 groß) ist 0·450 *g*, der eines jüngsten Blattes (1·5 cm^2) 0·056 *g*. Das Verhältnis der den beiden Blättern zur Verfügung stehenden Wassermengen ist 0·450 : 0·056 = 8. Das Verhältnis der transpirierenden Oberflächen ist 30 : 1·5 = 20. Da mit Verringerung des absoluten Wassergehaltes die transpirierende Oberfläche im Verhältnis zum Wasserinhalt sehr stark gewachsen ist, so muß bei dem jüngsten Blatt die Transpiration eine relativ größere sein. Wie ist es aber zu erklären, daß die sogenannten mittleren Blätter schwächer transpirieren als die ältesten?

Betrachten wir auch hier die Verhältnisse von Wassergehalt und Oberfläche. Der Wassergehalt des mittleren *Syringa*-Blattes ist 0·172 *g*, der des alten 0·450 *g*. Verhältnis: 0·450 : 0·172 = 2·5. Die Oberfläche des mittleren Blattes ist 12 cm^2, die des alten 30 cm^2. Verhältnis 30 : 12 = 2·5. Es haben hier Volumen (Wassergehalt) und transpirierende Ober-

[1] Auf die chemische Zusammensetzung des Zellsaftes nehme ich keine Rücksicht, da diese erst sekundär in Betracht kommt. Ja, Wisser hat sogar gezeigt, daß Pflanzensäfte und destilliertes Wasser gleich rasch verdampfen.

fläche sich im gleichen Verhältnis geändert und es mußte, da die zur Verfügung stehende Wassermenge geringer wurde, die relative Wasserabgabe auch kleiner werden.

Es wäre vielleicht zweckmäßig drei Arten von Transpiration zu unterscheiden.

Bisher unterschied man bloß zwischen epidermoidaler und interzellularer (stomatärer) Transpiration.

Unter ersterer verstand man die Transpiration durch ausgebildete Epidermiszellen, unter letzterer die durch ausgebildete Interzellularen und Stomata.

Die Transpiration bei noch nicht erfolgter Gewebedifferenzierung, die bisher zu der epidermoidalen gezählt wurde, möchte ich, da sie sich von dieser doch graduell unterscheidet, juvenile Transpiration nennen.

Nachstehende Tabelle gibt die Transpirationsgröße von Blättern in den drei typischen Altersstadien.

	a altes Blatt Stadium I	*b* mittleres Blatt Stadium II	*c* jüngstes Blatt Stadium III	Transpirationswert	Methode der Bestimmung	Beobachter[1]
Tilia parvifolia	115	96	135	10 Stunden Transpiration bezogen auf 100 cm^2 Fläche	Direkte Wägung	Höhnel
Ulmus compestris	467	320	870			
Pelargonium tomentosum	112	90	213		Chlorkalziummethode	
Vitis	2·8	2·5	12·1	cm^2 Wasseraufnahme in 24 Stunden		Müller
Ampelopsis quinquefolia	58·3	47·5	67 g	bezogen auf 100 cm^2	Wägung	Burgerstein
Ampelopsis quinquefolia	57·6	52·4	83·8	bezogen auf 100 g Lebendgewicht		
Aesculus Hippocastanum	?					
Kornblätter	x	y	z	x ist kleiner als z bezogen auf die Menge kondensierten Wassers		Deherain
Erbsenpflanzen	x	y	z	x ist kleiner als y, y kleiner als z bezogen auf?		Tschaplowitz
Bohnenpflanzen	x	y	z			
Mandelzweig	x		z	x ist kleiner als z Lebendgewicht	?	Guettard
Helianthus tuberosus	x	y	z	x ist kleiner als y; x ist keiner als z	Wasseraufnahme	Wesque
Hopfen	x?	x?	z	$x = 2 \cdot 5\ z$ in 10 Minuten	Direkte Wägung	Fleischmann und Hirzel

[1] Literatur bei Burgerstein Transpiration, l. c.

Ähnliche Resultate ergaben die Untersuchungen mit Sukkulenten. Nach Aubert dürfte die Abnahme der Transpirationsgröße von oben nach unten zu im Zusammenhang stehen mit dem Gehalt dieser Pflanzen an organischen Säuren, und zwar trifft das Minimum der Transpiration mit dem Maximum des Gehaltes an Säure zusammen.

In allen Fällen transpirieren die jungen Blätter stärker als die an der Basis befindlichen.

Ich nenne hier einfach die Pflanzen, die untersucht wurden:

Aubert	*Sedum dendriticum* *Sempervivum tectorum*	bezogen auf Frischgewicht
Burgerstein	*Echeveria glauca* *Aloe verrucosa* *Agave vulgaris*	bezogen auf das Anfangsgewicht
Pringsheim	*Cotyledon gibliflora* *Sempervivum Braunii*	bezogen auf Frischgewicht.

Bezüglich der Moorpflanzen schwanken die von Rosenberg mitgeteilten Befunde; bei einigen fand sich Zunahme der Wasserabgabe bei den ältesten Blättern, bei einigen das Gegenteil. Nach dem Vorstehenden ist es wohl erlaubt, derartige Widersprüche auf Untersuchungsfehler, wie sie bei Hopfenblättern unterliefen, zu schieben und immer anzunehmen, daß das Transpirationsmaximum die jüngsten Blätter (Stadium I) aufweisen.[1]

Theoretische Betrachtungen über den absteigenden Wasserstrom.

Die Frage, welche Kräfte die Hebung und kontinuierliche Leitung des aufsteigenden Wasserstromes besorgen, ist heute noch strittig.

Es wurden Einwendungen gegen die Annahme aktiver Mitwirkung lebender Zellen und gegen die Beteiligung einiger

[1] Ich beabsichtige, in einer nachfolgenden Arbeit an der Hand Zahlenmäßiger Belege über die Beziehungen, die zwischen Wassergehalt, Oberfläche und Wasserabgabe bestehen, ausführlich zu berichten.

physikalischer Prozesse wie Imbibition der Zellwände, Kohäsion der Wassersäule und Kapillarität erhoben.

Gegen die Mitwirkung lebender Zellen sprach sich insbesondere Straßburger[1] aus, der in manchen Versuchen in getöteten Bäumen Steighöhen bis über zwanzig Meter erzielte.

Durch physikalische Betrachtungen zeigte Janse,[2] daß Imbibition der Zellwände, Kohäsion der gehobenen Wassersäule und Kapillarität als Energiequellen für die Arbeit der Wasserleitung nicht herangezogen werden können. Denn »jene Wirkungen beruhen nämlich alle auf molekularen Anziehungen und diese können nur dann Arbeit liefern, wenn die gegenseitige Lage der Moleküle des Wassers und die der festen Substanzen sich fortwährend ändert, und zwar so, daß die Anzahl der Wassermoleküle, die in geringer Entfernung von dem festen Körper liegt, unaufhörlich zunimmt«. Solches findet jedoch nach Janse nicht statt, da es sich bei der Bewegung des Wassers nur um eine Auswechslung untereinander gleichartiger Moleküle, nicht aber um eine Anhäufung und Distanzänderung derselben handelt. Weil aber Molekularkräfte Funktionen der Distanzen ihrer Moleküle sind, können diese als Energieleistung nicht in Betracht kommen.

Als feststehend aber kann angenommen werden, daß osmotische Druckkräfte und Transpiration wesentliche Faktoren für die Hebung und Leitung des Wassers sind.

Da nun gezeigt wurde, daß die obersten, jüngsten Teile stärker transpirieren und höhere osmotische Drucke[3] besitzen, kann wohl ohneweiters gefolgert werden, daß der Wasserstrom sich von Stellen niederen osmotischen Druckes und geringerer Transpiration in Teile höheren osmotischen Druckes und stärkerer Transpiration bewegen wird.

Ein absteigender Wasserstrom wäre also theoretisch nur denkbar, wenn nachgewiesen würde, daß die unteren, älteren

[1] Straßburger, Histologische Beiträge V. Über das Saftsteigen. Gegen die Zulässigkeit aus diesen Versuchen auf eine Nichtteilnahme lebender Zellen zu schließen, wandten sich Schwendener, Yost und in neuerer Zeit Ursprung.

[2] Janse, der aufsteigende Wasserstrom, Leipzig, 1908.

[3] Pringsheim, Turgorregulation l. c. Larmor A., Just. Bot. Jahresbericht, 1905.

Blätter stärker transpirieren und daß in ihnen größere osmotische Drucke herrschen. Beide Erscheinungen sind eng verknüpft; denn in den Zellen, in denen eine größere Wasserabgabe stattfindet, wird es rascher zu einer größeren Konzentration des Zellsaftes kommen und der osmotische Druck wird steigen.

Es ist klar, daß die Wasserabgabe nicht bis zum vollständigen Verlust des Turgors führen darf, weil sonst die betreffenden Blätter bis zum Absterben verwelken müßten.

Ich füge hinzu, daß in der gesamten Literatur sich nur ein Fall vorfindet, wo ältere Blätter stärker transpirieren als jüngere. Ich meine die Untersuchungen Fleischmann und Hirzels über die Blätter von *Humulus*, Untersuchungen, an deren Richtigkeit schon Burgerstein zweifelte.

Ich habe in der weiter unten beschriebenen Art die Transpirationsgrößen junger und alter *Humulus*-Blätter untersucht und im Gegensatz zu Fleischmann und Hirzel gefunden, daß in allen Fällen die jungen Blätter die größte Transpiration aufweisen.[1]

Wie wäre dann aber das Welken des Sproßgipfels unter Wasser zu erklären?

Ohne Zweifel liegt hier ein Wasserentzug vor, aber sonderbarerweise durch schwächer transpirierende Teile. Aber ich glaube, daß auch dieses Phänomen der Annahme einer Wasserleitung von Stellen niederen osmotischen Druckes zu

[1] Anmerkung:

	Transpirationsgröße		Halbstündige Transpirationsgröße bezogen auf		von *Humulus*	
	Oberfläche cm^2	Lebendgewicht	100 cm^2	100 g Lebendgewicht	Temperatur	Luftfeuchtigkeit
		Gramm				
a (altes)	30·5	0·345	0·1	20	21° C	79%
b (jüngstes Blatt)	4	0·115	0·4	50		

solchen höheren nicht nur nicht widerspricht, sondern sie gerade stärkt. Man überlege: die unteren (älteren) ursprünglich schwächer transpirierenden Blätter werden, wenn der Sproß mit dem Gipfel unter Wasser ist, an der Wasserabgabe nicht gehindert; es tritt, da die Zuleitung des Wassers nicht hinreicht, eine stärkere Konzentration des Zellsaftes ein, der osmotische Druck der frei transpirierenden Blätter steigt. Der Sproßgipfel unter Wasser aber kann nicht transpirieren, der osmotische Druck des Gipfels und der jüngsten Blätter wurde infolge eingetretener Verdünnung durch eindringendes Wasser erniedrigt.

Es ist also eine Änderung der osmotischen Verhältnisse eingetreten und ihre logische Folge ist der Wasserentzug durch die älteren, jetzt stärker transpirierenden aus den jüngsten, jetzt gar nicht transpirierenden Teilen.

Auch diese Erscheinung festigt die Berechtigung der früheren Annahme, daß eine Wasserleitung nur von Stellen geringer Transpiration zu solchen größerer stattfindet.

Damit ein Wasserentzug stattfinde, mußte eine Umkehrung der osmotischen Verhältnisse eintreten.

Es ist daher nicht von der Hand zu weisen, daß ein absteigender Wasserstrom sich überall dort einstellen wird, wo die unteren Blätter (Stadium III) die stärker transpirierenden sind, ein Fall, der eintritt, wenn die obersten jüngsten Blätter (Stadium I) zu mittleren (Stadium II) (jungen) werden.

Eine Bestätigung dieser Ansicht scheint mir eine Entdeckung Deleanos zu geben. Er fand nämlich, daß am Ende der Vegetationsperiode eine Rückwanderung der mineralischen Stoffe von der Spitze zu den Wurzeln stattfinde.

Ich glaube, diese Erscheinung so deuten zu können: am Ende der Vegetationsperiode sind die obersten, jüngsten, sehr stark transpirierenden Blätter in das Stadium jener mittleren Blätter getreten, die schwächer als die untersten transpirieren. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß unter gewissen Voraussetzungen sich nun ein absteigender Wasserstrom einstellen könne, da die Bedingungen eines osmotischen Gefälles im oben angedeuteten Sinne durch stärkere Transpiration der untersten Blätter gegeben wären. Es bliebe allerdings zu

untersuchen, ob die von Doleano untersuchten Pflanzen in Bezug auf die Transpirationsgrößen der Blätter in verschiedenen Altersstadien sich der Voraussetzung gemäß verhielten.

Zusammenfassung.

1. Ein absteigender Wasserstrom ist an ein bestimmtes Verhältnis der Transpirationsgröße aufeinanderfolgender Blätter gebunden.

2. Bezüglich der Transpirationsgröße können, entsprechend dem Entwicklungsstadium und der Beziehung, die zwischen Wassergehalt, Oberfläche und Wasserabgabe bestehen, drei Ausbildungsstufen von Blättern unterschieden werden:

Stadium I. Blätter mit beginnender Gewebedifferenzierung (jüngste Blätter).

Stadium II. Blätter mit vorgeschrittener Gewebedifferenzierung — dickere Kutikula, unvollkommen ausgebildete Interzellularen (mittlere Blätter).

Stadium III. Blätter mit abgeschlossener Gewebedifferenzierung (alte Blätter).

3. Die Blätter des Stadiums I. transpirieren in allen Fällen am stärksten, die Blätter des Stadiums II bei vielen Pflanzen schwächer als die der beiden anderen Stadien.

4. Ein absteigender Wasserstrom stellt sich ein,

a) wenn die Transpiration des Sproßgipfels oder der Blätter im Stadium I ausgeschlossen ist und

b) wenn die Blätter des Stadiums I in das Stadium II getreten sind, so daß an der Pflanze jetzt nur stärker transpirierende Blätter im Stadium III und schwächer transpirierende im Stadium II sich befinden.

5. Der inversen Wasserbewegung geht eine Umkehrung der osmotischen Verhältnisse voraus, so daß sich auch hier das Wasser von einer Stelle niederen zu einer höheren osmotischen Druckes bewegt.

Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden).

II. Teil.

Die Genera Umagilla und Syndesmis

von

Dr. **Bruno Wahl** (Wien).

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 21. Mai 1909.**)

4. Umagilla nov. gen.

Im Jahre 1903 fand ich zum ersten Male an der istrianischen Küste ein parasitisches Turbellar, das als Vertreter einer neuen Gattung angesehen werden mußte. Wenn es auch mit der bereits bekannten Gattung *Anoplodium* unverkennbare Ähnlichkeit aufwies, so war es mir doch gleich klar, daß die neue Art in ein neues Genus zu verweisen wäre, da sie sich von den ihr nächst verwandten Anoplodien vor allem schon durch die paarige Ausbildung der Keimstöcke unterschied.

Als ich im Jahre 1906 den ersten Teil dieser Arbeit veröffentlichte, habe ich bereits diese neue Gattung und Art unter dem Namen *Umagilla forskalensis* eingeführt und auch ein Übersichtsbild der Anatomie dieser Form in den natürlichen Farben daselbst auf der ersten Tafel (6, Fig. 9) veröffentlicht. In dieser Arbeit wurden auch die angewandten Methoden der Fixierung und Färbung meines Untersuchungsmateriales angeführt.

Früher hatte schon L. v. Graff auf Grund von mündlichen Mitteilungen, welche ich ihm gemacht hatte, das Vorkommen dieser Art signalisiert (1, p. 33).

Die Gattungsdiagnose mag ungefähr folgendermaßen lauten:

Umagilla nov. gen.: Dalyelliide mit großem, nahe dem Vorderende des Körpers gelegenen Pharynx doliiformis, kompakten paarigen Hoden, verzweigten Dotterstöcken, unverästelten paarigen Keimstöcken und mit einer nahe dem Hinterende befindlichen Geschlechtsöffnung.

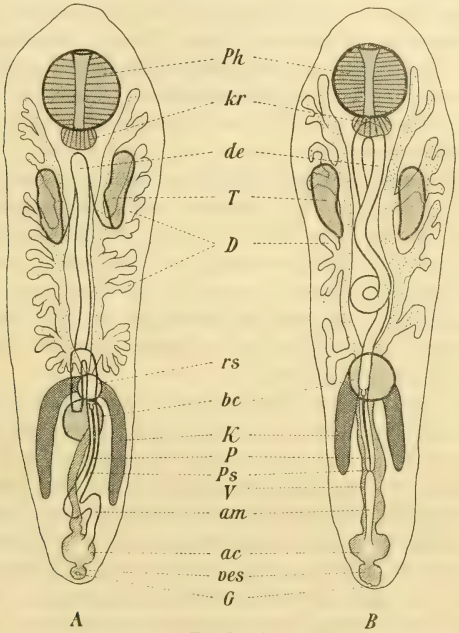
Ich fand das neue Turbellar in *Holothuria Forskalii* Delle Chiaje, und zwar ausschließlich im Vorderdarme, zuerst einmal in vier Exemplaren in der Adria bei Umago (Istrien), wo ich aber infolge eingetretenen schlechten Wetters und wegen des damit verbundenen hohen Seeganges kein weiteres Material mehr fischen lassen konnte, später dann in Neapel, wo 29 von 47 untersuchten Individuen der *Holothuria Forskalii* mit diesem Turbellar infiziert waren; einzelne enthielten bis zu 14 Schmarotzern dieser Art und hatte ich in Neapel eine Gesamtausbeute von 120 Stück dieses Parasiten zu verzeichnen.

Die *Holothuria Forskalii* beherbergt also zweierlei Parasiten aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden), *Anoplodium gracile* Wahl als Leibeshöhlenparasiten, der von mir im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben wurde (6, p. 10 ff), und *Umagilla forskalensis* als Darmparasiten. Über die Erkennungsmerkmale der genannten Holothurienspezies habe ich mich schon seinerzeit des näheren geäußert (6, p. 8, 9). *Umagilla* war wenigstens in Neapel häufiger als *Anoplodium gracile* (mehr als die dreifache Anzahl), und zwar war sowohl die Individuenzahl der infizierten Holothurien als auch die durchschnittliche Zahl der Parasiten eines Wirtes höher.

Der Vertreter der neuen Gattung ist ein im ungequetschten Zustande bis 1·5 *mm* langer und bis 0·9 *mm* breiter Wurm; der Vorderkörper ist stets breiter als der Hinterkörper. *Umagilla* ist mehr langgestreckt und formbeständiger (Taf. I, Fig 1) als die Anoplodien, und von diesen schon auf den ersten Blick an der diffusen gelblichen Färbung des Mesenchyms unterscheidbar, welche einen Stich ins grünliche hat, was speziell bei den Exemplaren aus Umago recht auffällig war. Ihre Bewegungen sind langsam, aber stetig; man könnte sie vielleicht

am treffendsten mit dem Worte »fließend« charakterisieren; oftmals sind sie kreisend.

Schon bei schwacher Vergrößerung kann man am lebenden Objekte den Darm als einen verhältnismäßig schmalen Mittelstreifen, den Pharynx als einen großen lichten, scharf kontu-



Textfig. 1.

Übersicht des Baues von *Umagilla forskalensis*. 75fache Vergrößerung. (Nach konservierten, ungequetschten Individuen; Bordeauxfärbung.) (In Fig. B ist der Penis stärker zurückgezogen.)

rierten Kreis und die geweihartig verästelten Dotterstöcke erkennen. Bei stärkerer Vergrößerung aber kann man an gequetschten Individuen ganz gut auch die Lagerung der übrigen Organe, so insbesondere des Geschlechtsapparates und seiner Teile in der Hauptsache unterscheiden. Unmittelbar vor dem Pharynx liegt bogenförmig demselben vorgelagert das ansehnliche Gehirn. An den Pharynx schließt sich ein kropfartiges

Gebilde (Textfigur 1, *kr*) an, welches den Übergang in den Darm darstellt. Letzterer reicht bis etwa zum dritten Viertel der Körperlänge. Die Lagerung des Geschlechtsapparates und insbesondere der ausführenden Teile desselben ist abhängig von dem Grade der Quetschung; in ungequetschten Individuen ist die Vereinigungsstelle der Dotterstöcke mit den Keimstöcken oft nur wenig hinter der Körpermitte gelegen, durch Quetschung (unter dem Deckglase) aber werden die Genitalausführungsgänge und die Keimstöcke nach rückwärts verschoben, so daß die erwähnte Vereinigungsstelle etwa in das dritte Viertel der Körperlänge zu liegen kommt.

Zu den beiden Seiten des Darmes liegen die beutelförmigen Hoden *(T)*, von deren Hinterende die vasa deferentia entspringen, welche nach vorne bis nahe an den Pharynx verlaufen, dort sich zu einem langen Ductus ejaculatorius *(dc)* von ansehnlicher Dicke vereinigen, der dann nach hinten umbiegt, oftmals eine Schlinge bildet und endlich durch einen chitinisierten Penis s. str. *(P)* in einen Blindsack *(am)* des Atrium masculinum mündet.

Die beiden Keimstöcke *(K)* sind meist hornförmig gekrümmt, ihr Vorderende vereinigt sich jederseits mit dem Endstücke der Dotterstöcke *(D)*; es ergießen sich die Keimstöcke und Dotterstöcke beider Seiten in eine mehr oder minder median gelegene Blase, das Receptaculum seminis *(rs)*. Dieses ist mit dem Atrium genitale doppelt verbunden, einesteils durch einen Ductus communis, der nur geringen Durchmesser hat, und in welchen Schalendrüsen einmünden, die man auch am lebenden Tiere recht schön beobachten kann, andererseits durch einen zweiten Gang, der aus einem vorderen blasigen Teile, der Bursa copulatrix *(bc)* und einem hinteren um weniges engeren Gange, der Vagina besteht. Die Genitalöffnung *(G)* ist nahe dem hinteren Körperende gelegen. Die näheren Einzelheiten über den Bau des Geschlechtsapparates will ich Hand in Hand mit deren histologischer Beschreibung besprechen, da sie nur aus Schnitten erkannt werden können.

Eine gewisse anatomische Ähnlichkeit zwischen *Umagilla* und *Anoplodium* ist unverkennbar. Äußerlich ähneln sich beide insbesondere durch die Verzweigtheit der paarig ausgebildeten

Dotterstöcke. Während aber bei *Anoplodium* die einzelnen Äste der beiden Dotterstöcke nach einem medianen Punkte konvergieren, welcher nur wenig hinter der Körpermitte gelegen ist, infolgedessen also die hinteren Äste mehr oder minder von seitlich und hinten nach vorne und mitten verlaufen, ist der Verlauf der Dotterstockäste bei *Umagilla* durchwegs mehr von vorne nach hinten gerichtet und auch die hintersten Äste haben meist noch andeutungsweise diese Richtung. Dadurch ist der Vergleich mit Geweihen bei dieser Gattung noch zutreffender als bei der erst genannten. Eine scheinbare Zweiteilung der beiden Dotterstöcke in je einen median und einen lateral gelegenen Teil, wie man dies bei *Anoplodium* beobachten kann (vergl. 6, p. 28), findet sich bei *Umagilla* niemals, wie dies durch die geringere Größe der Hoden erklärlich wird. Die Ausführungsgänge des Geschlechtsapparates sind bei beiden Arten nur graduell verschieden, indem bei *Umagilla* der Penis (im weiteren Sinne des Wortes) viel mächtiger entfaltet ist, und man an jenem Gange, den ich bei *Anoplodium* als Vagina bezeichnet habe und von dem ich für letztere Gattung eine gewisse Zweiteilung durch eine mittlere Einschnürung beschrieb (6, p. 30), bei *Umagilla* eine deutliche Trennung in zwei gesonderte Abschnitte, eine Bursa copulatrix und eine Vagina erkennen kann.

Auffällig ist ferner die ganz andere Lage und Ausbildung des Pharynx. Bei *Umagilla* ist die Mundöffnung dem Stirnende des Körpers ziemlich genähert und besitzt der Pharynx eine ansehnliche Größe, so daß er selbst bei nur schwacher Vergrößerung der Beobachtung nicht entgehen kann. Im Gegensatze hierzu haben wir bei *Anoplodium* einen nur sehr kleinen unscheinbaren Pharynx gefunden, der auch nicht eine terminale Lage hat, sondern viel weiter nach rückwärts gerückt ist. Auch das Gehirn ist bei *Umagilla* mächtiger entwickelt und daher leicht erkennbar, während das kleine Gehirn von *Anoplodium* nur schwer zu sehen ist und sich deshalb auch der Beobachtung der ersten Untersucher dieser Gattung entziehen konnte. Fassen wir diese Eigentümlichkeiten sowie den Umstand ins Auge, daß *Umagilla* paarige Keimstöcke besitzt, so müssen wir jedenfalls diese neue Gattung als die ursprünglichere betrachten und von ihr erst das Genus *Anoplodium*

ableiten, welches deutliche Zeichen von Rückbildung bietet, die durch das parasitische Leben in der Leibeshöhle der Holothurien bedingt sind. Als Rückbildungserscheinungen betrachte ich die mangelhafte Entwicklung des Gehirns und des Pharynx sowie die unpaare Ausbildung des Keimstockes von *Anoplodium*.

Histologie.

Das Epithel von *Umagilla* bietet keine Besonderheiten. Die Zellen sind im Querschnitte unregelmäßig polygonal (Fig. 2), dorsal bis $7^1/_2$ μ, ventral nur bis 5 μ hoch. Die meist basal gelegenen Kerne haben annähernd kreisrunde Gestalt, mit einem Durchmesser von $3^1/_2$ μ und enthalten ein sehr großes Kernkörperchen, das sich mit Hämatoxylin lebhaft färbt. Die Kernmembran und einige Chromatingranula sind gut erkennbar. Im übrigen schwankt zwar die Form der Zellen je nach dem Kontraktionszustande, in welchem sich das Individuum bei der Konservierung befand, aber lange nicht in so bedeutendem Maße als bei *Anoplodium*.

Die ganze Oberfläche der Tiere ist gleichmäßig mit Wimpern bedeckt, welche etwa 3 μ lang sind; ihre Basalkörper sind in Schnittpräparaten bei Eisenfärbung unmittelbar unter der Oberfläche des Epithels erkennbar.

Unter der Körperdecke liegt eine feine Basalmembran, welche sich speziell an der Ventralseite bei der Konservierung oftmals von dem Epithel ablöst und den darunter befindlichen Muskeln innig anliegt. Der Hautmuskelschlauch (Fig. 3) besteht auch hier wieder aus den drei typischen Schichten, äußeren Ringmuskeln *(rm)*, mittleren Diagonalfasern *(dm)* und inneren Längsmuskeln *(lm)*. Die beiden letztgenannten Muskelschichten sind durch ansehnliche Dicke der einzelnen Muskelfasern ausgezeichnet, welche letztere aber nicht allzu dicht aneinander liegen und oft unregelmäßigen Verlauf zeigen. Dem entgegen sind die Ringfasern zwar sehr gleichmäßig und ziemlich dicht angeordnet, sind aber viel feiner als die beiden anderen Muskelsorten. Alle Hautmuskeln liegen einzeln und sind nie zu Bündeln zusammengefaßt, wie sich dies sonst oft bei den Rhabdocoelen findet.

Alle vom Darmtrakte, dem Gehirne und den Geschlechtsorganen freigelassenen Körperpartien sind von dem Mesenchymgewebe erfüllt, das aus einem weitmaschigen Balkensystem besteht, dessen Hohlräume in Schnittpräparaten von einer körnig aussehenden Substanz erfüllt ist, dem sogenannten Saftplasma. Die Bindegewebskerne haben kreisrunde Form, deutlich erkennbare Kernmembran, mehrere Chromatingranula und einen Nucleolus. Bei *Umagilla* ist eine Unterscheidung verschiedenartiger Mesenchympartien nicht möglich, dieses Gewebe zeigt in allen seinen Teilen dieselbe Beschaffenheit. Hautdrüsen fehlen dieser Gattung, beziehungsweise Art vollständig und gleicht sie hierin dem nahe verwandten *Anoplodium*.

In das Mesenchymgewebe findet sich eine gewisse Anzahl von Muskeln eingelagert, welche eine mehr oder weniger dorsoventrale Richtung haben; sie liegen meist zu mehreren nebeneinander und werden von Gerüstbalken begleitet. Gegen das dorsale und ventrale Epithel splittern sie pinselartig auf. Ein Teil derselben legt sich dicht an die seitlichen Wände des Darmes an, und könnten solche Mesenchymmuskeln in Sagitalschnitten leicht eine Darmringmuskulatur vortäuschen, die aber in Wirklichkeit fehlt. Diese Mesenchymmuskeln sind nicht sehr zahlreich vorhanden, wie ja auch das Mesenchym selbst nicht allzusehr entwickelt ist, lange nicht so reichlich als bei den Anoplodien und speziell bei *Anoplodium parasita* Ant. Schn.

Das Gehirn hat eine ansehnliche Größe; die Fasern der zentral gelegenen Partien laufen zum großen Teil quer von einer zur anderen Seite, die Ganglienzellen sind zahlreich vorhanden und peripher der Fasersubstanz angelagert. Vom Gehirne strahlen eine Anzahl Nerven aus, die zwischen dem Bindegewebe ihren Lauf zu den verschiedenen Organen nehmen, sich oftmals teilen und endlich der Beobachtung sich völlig entziehen.

Eingehendere Aufmerksamkeit wollen wir dem Baue des Pharynx (Fig. 4) widmen. Die ventral, nahe dem vorderen Körperende gelegene Mundöffnung führt in eine nur sehr kleine Pharyngealtasche *(pt)*, welche ebenso wie jene von *Anoplodium* eines selbständigen Epithels entbehrt und nur durch eine

Vorwulstung der Epithelzellen der Haut am Mundrande gebildet wird. Die Mundöffnung ist durch sphinkterartige Ringmuskeln *(sph)* verschließbar, welche auf modifizierte Hautmuskeln zurückzuführen sind.

Der Pharynx von *Umagilla* ist durch einen relativ ansehnlichen Umfang und durch die Größe mancher seiner histologischen Elemente ausgezeichnet; sein Lumen ist bald annähernd kreisrund, bald dorsoventral etwas abgeplattet. Der Schichtenbau ist der normale; auf das innere Epithel *(pe)* folgt eine innere Ringmuskulatur (Fig. 4, *irm*), dann innere Längsmuskeln *(ilm)*, Radialmuskeln *(ram)*, äußere Ringmuskeln *(arm)* und endlich äußere Längsmuskeln *(alm)*. Die Zwischenräume sind von Mesenchymgewebe mit einzelnen eingelagerten Kernen *(bkp)* erfüllt. Die Epithelzellen des Pharynx haben dieselbe langgestreckte Gestalt, wie bei allen im ersten Teil der Arbeit (6) beschriebenen Arten; innerhalb des Pharynxlumens findet sich nur der stielartige Teil der Zellen und erst am Hinterrande des Pharynx schwillt jede dieser Zellen birnförmig an, enthält hier den Zellkern *(pek)* und bilden diese verdickten hinteren Abschnitte der Pharyngealepithelzellen einen ebensolchen Pharyngealkropf *(kr)*, wie wir ihn bei den anderen parasitischen Dalyelliiden gefunden haben. Betrachtet man Längsschnitte durch den Pharynx von *Umagilla*, so fällt auf den ersten Blick die ganz außergewöhnlich mächtige Entwicklung der Muskulatur, insbesondere der inneren Ringmuskelschichte *(irm)* auf. Sämtliche Arten der Muskeln sind an Zahl sehr reichlich ausgebildet, die inneren Ringmuskeln aber, deren ich bei 30 zählen konnte, sind außergewöhnlich dicke Fasern, deren Querschnitt etwa eine Breite von 2·5 μ und eine Höhe von 5 μ besitzt. Sie stellen also dicke Bänder dar, die mit der schmäleren Kante auf dem Pharyngealepithel sitzen, während der größere Durchmesser in die Richtung des Radius des Pharynx fällt. Sie haben oftmals einen fast rechteckigen Querschnitt, da die Kanten manchmal kaum abgerundet erscheinen. Besonders breit sind die der vorderen Spitze des Pharynx genäherten Muskelbänder; dieser Verschlußapparat wird noch dadurch vervollständigt, daß auch die äußeren Ringmuskeln am Vorderende zahlreicher sich vorfinden, wogegen sie sonst in der vorderen Pharynxhälfte spärlich und

erst wieder in der hinteren Hälfte zahlreicher und regelmäßiger gelagert sind. Der ganze Pharynx stellt ein sehr muskulöses Gebilde dar, das wohl geeignet ist, als Saugapparat zu fungieren. Daß die Tiere sich mittels dieses Organes an der Darmwand des Wirtes festsaugen, habe ich zwar nicht beobachtet, vermute dies aber; jedenfalls erscheint der Pharynx hierzu seinem anatomischen Bau nach geeignet. Ein Zerkleinern der Nahrung kann nicht als eine Funktion desselben betrachtet werden; im Darme des Wirtes finden sich zwar Sandpartikel, die aber von den Parasiten nicht aufgenommen werden; wenigstens habe ich solche nie in dem Darme derselben beobachten können. Die Umagillen nehmen wohl hauptsächlich flüssige Nahrung auf, die sich ihnen an ihrer Wohnstätte in der Form des flüssigen Darminhaltes des Wirtes bietet. Tatsächlich ist auch der von den Umagillen bewohnte vordere Darmabschnitt von Flüssigkeit erfüllt, hingegen von Sand ziemlich frei. Der Bau des Pharynx findet also nur als Saugapparat und Haftorgan eine Erklärung. Seine Größe beträgt beispielsweise 160 μ in der Längsachse (ohne den Kropf) und 190 μ im Querdurchmesser, schwankt im übrigen je nach dem Kontraktionszustande. Die Längsachse des Pharynx ist zu jener des ganzen Tieres etwa in einem Winkel von 45° geneigt, kann aber auch dazu senkrecht gestellt werden.

An der vorderen Hälfte dieses Organes setzen sich nämlich verschiedene Muskeln an, welche nach kurzem Verlaufe an der Ventralwand des Tieres inserieren; ferner finden sich außer diesen Protraktoren auch noch Retraktoren, welche einerseits am Pharynx seitlich und vorne, andererseits aber an dem dorsalen Körperepithel sich festheften; sie haben bestimmenden Einfluß auf die Stellung des Pharynx.

An die Pharyngealzellen, beziehungsweise an den Pharyngealkropf schließen sich eine Anzahl Zellen mit homogenem Plasma (frei von Vakuolen) an. Wenn dieselben auch nicht einen Schlauch, sondern die Vorderwand des Darmblindsackes darstellen, so will ich sie doch als Oesophaguszellen bezeichnen, da sie den Übergang in das Darmepithel bilden. Die Übergangsstelle vom Pharyngealkropf in die Oesophaguszellen wird durch sphinkterartige Ringmuskeln eingeschnürt.

Die eigentlichen Darmzellen sind untereinander alle gleich gebaut, von keulenförmiger Gestalt und reich mit Vakuolen erfüllt, die bald leer, bald aber mit Nahrung erfüllt sind. Die Zellkerne liegen teils median, größtenteils aber ziemlich basal. Das Darmlumen ist stets deutlich vorhanden in Form eines im Querschnitt mehr oder minder kreisrunden Hohlraumes, in welchem oft Fraßkörper liegen. Ringmuskeln fehlen dem Darme, hingegen kann man Längsmuskeln beobachten, die vom Pharynx über den Pharyngealkropf hinwegstreichen, auf die Basalfläche der Oesophaguszellen übergreifen und auch längs der Darmwand sich hinziehen. Sie sind aber wohl der Mesenchymmuskulatur zuzuzählen. Eine deutlich erkennbare, feste, stützende Hülle aus mesenchymatöser Gerüstsubstanz, wie eine solche sich bei *Anoplodium* findet (6, p. 23) fehlt bei *Umagilla*. Ich glaube öfters an im Darme befindlichen Nahrungskörpern eine plasmatische Struktur und Zellkerne beobachtet zu haben, es wäre also zu vermuten, daß diese Parasiten außer der flüssigen Nahrung (Darmlymphe des Wirtes) auch kleinere Organismen aufnehmen, welche den Darm der Holothurien passieren.

Umagilla ist nicht so auffällig protandrisch, wie *Anoplodium*. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtsdrüsen sind gleichzeitig reif und funktionsfähig, wenn auch erstere vielleicht früher in das Reifestadium eintreten.

Die kompakten Hoden haben beutelförmige Gestalt und enthalten ein nur lockeres Gefüge von Geschlechtszellen; die größten der letzteren hatten einen Durchmesser von zirka 9 μ, und einen rundlichen homogenen Kern von 3 μ Größe. Andere hatten zwar dieselbe Größe, doch besaß ihr Kern nicht mehr das feste homogene Gefüge, sondern bestand aus einzelnen Chromatinfäden; wieder andere waren bedeutend kleiner, offenbar Tochter- und Enkelzellen der ersteren. Spermatozoen konnte ich im allgemeinen in den Schnitten durch die Hoden nur in geringen Mengen erkennen, wenn auch stets deren eine gewisse Anzahl vorhanden war, wie sie auch in Quetschpräparaten sich erkennen lassen. Die Hoden sind etwa bis zu 180 μ lang sowie bis zu 60 μ dick und haben annähernd kreisrunden Querschnitt. Sie sind von einer Tunica umgeben, in welcher ich manchmal

auch einige flache Kerne mit kleinem Kernkörperchen bemerken konnte. Diese Tunica und ihre Kerne halte ich aber nicht für eine Tunica propria, sondern für eine mesenchymatöse Stützmembran; auffällig ist auch, daß sich von ihr einzelne Fasern abtrennen, welche zwischen die Geschlechtszellen einwuchern, ohne daß es jedoch zur Bildung wirklicher Follikel käme. Diese Gerüstfasern scheinen nur dem Organe ein festeres Gefüge geben zu sollen.

Die Hoden gehen an ihrer dem Körperende zugewandten Seite in die vasa deferentia über, welche nach vorne verlaufen und sich zum Penis im weiteren Sinne des Wortes vereinigen. Diese Vasa deferentia lassen einzelne rundliche Kerne in ihrem Epithel erkennen.

Der Penis im weiteren Sinne des Wortes ist ein mächtiges Gebilde, das ungefähr in der Gegend des Pharyngealkropfes beginnt (vergl. Textfig. 1) und sich fast durch die ganze übrige Länge des Körpers erstreckt. Man kann an ihm zwei Hauptteile unterscheiden, einen größeren vorderen, stark muskulösen Teil, und einen kürzeren hinteren Teil, der mit einem komplizierten Chitinapparat ausgestattet ist und den Penis im engeren Sinne darstellt. Beide Teile besitzen die Fähigkeit ihre Lage stark zu verändern, im Tierkörper bald sich nach vorne zu verschieben, bald nach hinten, und es bildet der vordere Teil oft eine Schlinge; letzterer Fall traf auch bei jenen Individuen zu, welche ich in der Textfigur 1 abgebildet habe.

Der vordere Teil des Penis (Fig. 5, *de*) besitzt eine Schichte äußerer, dicht und regelmäßig angeordneter Ringmuskeln und eine gewisse Anzahl innerer Längsmuskeln. Das Epithel dieses Abschnittes des Penis ist im weitaus größten Teil ziemlich flach und nur gegen das hintere Ende des vorderen Penisabschnittes, also gegen den Übergang in den Penis s. str. erhöht sich das Epithel und ist eingeschnürt (Fig. 8, *ede*), wodurch das bis zu jener Stelle ansehnliche Lumen bedeutend eingeengt wird. Der mit einem geräumigen Lumen ausgestattete vordere Teil des Penis entspricht dem bei *Anoplodium* als Vesicula seminalis bezeichneten Teil und enthält auch bei *Umagilla* reichliche Spermamengen. Dem bei *Anoplodium* als Ductus ejaculatorius bezeichneten Teil des männlichen

Begattungsapparates ist das nur sehr kurze Endstück *(ede)* homolog, welches wie oben erwähnt, durch ein verengtes Lumen ausgezeichnet ist. Bei *Umagilla* ist die Scheidung des Penis in ein Sammelreservoir (Vesicula seminalis) und ein ausführendes Rohr (Ductus ejaculatorius) nicht so deutlich wie bei *Anoplodium* und wollen wir daher den ganzen vorderen muskulösen Teil des Penis (im weiteren Sinne des Wortes) als Ductus ejaculatorius bezeichnen, uns aber hierbei vor Augen halten, daß derselbe sicherlich auch die Funktionen einer Vesicula seminalis versieht, wozu er durch ein weites Lumen befähigt ist.

Bei *Anoplodium* ragt die Spitze des Ductus ejaculatorius nur wenig in das Lumen des Atrium masculinum vor, ist aber nicht chitinisiert; bei *Umagilla* aber setzt sich hier ein relativ mächtiger, chitinisierter Penis s. str. an. Dieser ist von einem Epithel umkleidet (Fig. 6, *Pep*) und besteht aus zwei chitinösen Rohren, deren weitere die engere einschließt. Das Lumen des Ductus ejaculatorius setzt sich in das enge Lumen des inneren Chitinrohres fort. Dieses innere Chitinrohr ist an der Basis, wo das Endstück des Ductus ejac. sich ansetzt, verdickt und trichterförmig erweitert *(bp)*; diese Stelle ist auch im Querschnitt Fig. 10 getroffen. Inneres und äußeres Chitinrohr des Penis sind nur an ihrer Basis miteinander verbunden, wie man an lebenden gequetschten Individuen, insbesondere aber an günstig getroffenen Längsschnitten dieses Organes erkennen kann (vergl. Fig. 7), das äußere Rohr sitzt der trichterartig erweiterten Basis des inneren Rohres auf und umgibt letzteres allseitig, das innere Chitinrohr *(Pir)* liegt frei im Lumen des äußeren *(Par)*. Man kann manchmal deutlich bemerken, daß die Wände der beiden Chitinrohre nicht ganz parallel verlaufen, sondern etwas verschieden gekrümmt sind und infolgedessen die Abstände zwischen den Wänden beider nicht in der ganzen Länge dieses Organes gleich groß sind; auch weist das äußere Rohr des Penis manchmal in dem basalen Teil wellige Konturen auf (Fig. 7). Das innere Chitinrohr erscheint auf Querschnitten (Fig. 9) ringförmig, sein Lumen kreisrund, hingegen ist das Lumen des äußeren Chitinrohres im Querschnitte ungefähr sternförmig mit 4 bis 6 Strahlen. Dieser Form des Lumenquerschnittes entsprechend ist das Epithel des Penis s. str. der

Länge nach mehrmals gefurcht und ist die chitinöse Auskleidung desselben, d. i. das äußere Chitinrohr mehrmals gefaltet, wodurch eine Versteifung dieses Organes bewirkt wird.

Das Epithel des Penis begleitet das äußere Chitinrohr von der Basis durch fast drei Viertel der Länge desselben (Fig. 6) und kurz vor dem Epithelende ist das Lumen des äußeren Chitinrohres blasig aufgetrieben. Der ganze Penis, nämlich Ductus ejaculatorius und Penis s. str., ist umschlossen von einer Scheide, deren Wand aus flachen Zellen mit ovalen Kernen besteht und mit Längsmuskeln ausgestattet ist. In Fig. 61 sehen wir den Penis s. str. seitlich angeschnitten und umgeben von der genannten Penisscheide *(Ps)*, die auch auf Querschnitten gut erkennbar ist (Fig. 9, 10). Die Penisscheide geht in das Atrium masculinum über; die Übergangsstelle erscheint in Totopräparaten meist etwas enger als die Penisscheide und das Atrium masculinum selbst (Textfig. 1, *B*). Wenn der Penis zurückgezogen in der Scheide liegt, erreicht er mit seiner Spitze gerade diese Übergangsstelle. Durch entsprechende Muskelkonzentration kann jedenfalls der Penis s. str. beim Genitalporus herausgepreßt und in den Genitalporus eines anderen Individuums eingeführt werden; ich habe eine Kopulation zweier Individuen nie zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Die Form der geweihartig verästelten Dotterstöcke, welche von den Keimstöcken getrennt sind, wurde bereits eingangs besprochen; sie sind annähernd symmetrisch gebaut und vereinigen sich beiderseits direkt mit den Enden der beiden Keimstöcke und es münden beide Organe gemeinsam in das Receptaculum seminis ein. Ein eigentlicher Dottergang fehlt und gleicher Weise auch ein Ovidukt. Die Dotterstöcke lassen teilweise unveränderte Zellen mit netzartiger Struktur erkennen; vor allem aber in den median gelegenen Teilen dieses Organes sind die Zellen mit Dotterschollen reichlich erfüllt. In Totopräparaten sind die Dotterstöcke meist nur so weit deutlich unterscheidbar, als sie Dotterschollen enthalten. Die Keimstöcke liegen in der hinteren Körperhälfte, haben normale Größe sowie annähernd kreisrunden Querschnitt (Fig. 11, *K*), sie enthalten in ihrem hinteren blind endenden Abschnitte das Keimlager, in welchem Zellgrenzen nicht wahrnehmbar sind;

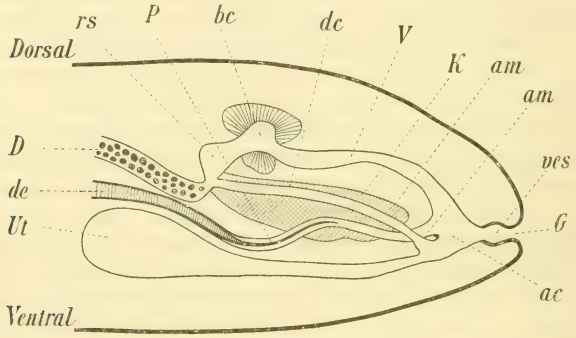
im weitaus größten Teil aber sind die Keimzellen deutlich voneinander abgegrenzt und geldrollenförmig angeordnet und nehmen gegen das Vorderende (gegen die Ausmündung in das Receptaculum seminis) an Größe zu. Die Kerne der Keimzellen (Fig. 11, *K*) haben bedeutende Größe (*Dm* bis zu 18 μ), feinkörnige Struktur und enthalten ein ansehnliches (bis 4 μ dickes) Kernkörperchen. Keimstöcke und Dotterstöcke sind nur von sehr feinen mesenchymatösen Membranen umschlossen. Aus dem Keimstock treten die Keimzellen in das oben genannte Receptaculum seminis über. Dieses (Fig. 5, *rs*) hat nur an denjenigen Stellen, wo es mit den Keim- und Dotterstöcken, beziehungsweise mit der Bursa copulatrix *(bc)* verwachsen ist, ein Epithel aus höheren Zellen, in den übrigen Partien ist sein Epithel niedrig und erscheint nur an jenen Stellen, wo die Zellkerne liegen, gegen das Lumen vorgewölbt.

Während wir bei *Anoplodium* die Keimstöcke und Dottergänge in eine Bursa seminalis einmünden sahen, aus der andererseits die Vagina und der Ductus communis entsprangen, ist der Bau dieser weiblichen Geschlechtsteile bei *Umagilla* dadurch kompliziert, daß wir ein Receptaculum seminis und eine Bursa copulatrix (Fig. 5) vorfinden; aus dem ersteren entspringt der Ductus communis *(dc)*, letztere aber ist zwischen das Receptaculum seminis *(rs)* und die Vagina *(V)* eingeschaltet. Die Wände dieser Bursa copulatrix *(bc)* bestehen aus hohen drüsenähnlichen Zellen von körniger Beschaffenheit mit länglichen Kernen; Zellgrenzen sind bei diesem Organe ebensowenig wahrnehmbar, wie im Receptaculum seminis. Die Bursa copulatrix enthält auf Präparaten stets eine mehr oder weniger große Menge einer körnigen Substanz, zwischen der auch manchmal Spermafäden erkennbar sind. Bursa copulatrix und ebenso Receptaculum seminis waren auch bei jenem Individuum erkennbar, welches ich in meiner seinerzeitigen Veröffentlichung (6, T. 1, Fig. 9) abgebildet habe. Der Zusammenhang dieser Teile aber war daselbst nicht völlig wahrnehmbar und ließ sich erst auf Grund der Untersuchung von Serienschnitten feststellen. Die Vagina *(V)* führt aus der Bursa copulatrix direkt in das Atrium commune *(ac)*, fungiert also gleichzeitig auch als Atrium femininum. Ihre Zellen sind wie bei *Anoplodium* viel-

fach in papillenartige Zipfel ausgezogen, welche in das Lumen vorragen. In der Längsrichtung der Vagina verlaufen auch eine Anzahl von Muskeln. Die Vagina wird voraussichtlich dazu dienen, daß durch sie bei der Begattung der Penis des als Männchen fungierenden Individuums eingeführt werde; es gelangt das Sperma auf dem Wege durch die Bursa copulatrix, dann in das Receptaculum seminis, in welchem wir tatsächlich auf Schnittpräparaten gewisse Mengen Spermas (Fig. 5, *Sp*) zu erkennen vermögen.

Zwischen dem Receptaculum seminis und dem Genitalatrium findet sich aber noch eine zweite Verbindung, nämlich der schon erwähnte Ductus communis *(dc)*. Derselbe entspringt an der Vereinigungsstelle von Keimstöcken, Dotterstöcken und Receptaculum seminis und verläuft in ziemlich gerader Linie nach rückwärts, kreuzt schließlich das Atrium masculinum und mündet an der Stelle, wo der Uterus aus dem Atrium commune entspringt. Dieser Ductus läßt in seinem Epithel eine spärliche Anzahl von Kernen erkennen und wird von einigen Längsmuskeln begleitet. Annähernd in das zweite Drittel seines Verlaufes münden zwei Büschel ansehnlicher Drüsenzellen ein, die ich als Schalendrüsen (Fig. 5, *sda* und 11, *sd*) anspreche. Die Zelleiber derselben sind mit körnigem Sekret mehr oder minder erfüllt, auch die Kerne der Drüsenzellen sind leicht kenntlich. Die Ausführungsgänge der Drüsenzellen durchbohren die Zellen des Ductus communis (Fig. 10). Die Schalendrüsen haben ansehnlichen Umfang, liegen seitlich und hinter ihrer Einmündung in den Ductus communis und umfassen das Atrium masculinum oft fast vollständig. In Fig. 5 sind von der Schalendrüse eigentlich nur die Ausführungsgänge zu sehen. Der Ductus communis ist sehr schlank gebaut und daher an Quetschpräparaten selten wahrnehmbar; er dient meiner Ansicht nach dazu, die mit Dotter ausgestatteten Keimzellen zum Uterus zu leiten und mit Hilfe der Schalendrüsen gleichzeitig hierbei eine Kapsel um das Ei zu bilden. Bei *Anoplodium* habe ich beobachtet, daß der Stiel einer neu gebildeten Eikapsel in diesem Ductus communis gelegen war (vergl. 6, Fig. 7) und daraus muß ich auf die angeführte Funktion dieses Organes schließen.

Ventral mündet in das Atrium commune ein Kanal ein, der sich nach vorne oft etwas erweitert, der Uterus (Textfig. 2, *Ut*); er dient zur Aufnahme der fertig ausgebildeten Eikapsel. Wenn sich eine solche im Lumen des Uterus vorfindet, ist letzterer im vorderen Teil stark ausgedehnt, der stielartig enge hintere Teil des Uterus aber enthält den Stiel der Eikapsel. Die Zellen des Uterus ragen meist papillenartig in das Lumen vor, ähnlich wie die Zellen der Vagina von *Umagilla* und wie die Zellen von Uterus und Vagina bei *Anoplodium*. Der Uterus



Textfig. 2.

Schematische Profilansicht des Geschlechtsapparates von *Umagilla forskalensis* Wahl; zirka 120fache Vergrößerung.

ist mit wenigen, schwach ausgebildeten Längsmuskeln ausgestattet.

Anoplodium und *Umagilla* ähneln sich auch in bezug auf die äußere Form der Eikapseln, die bei *Umagilla* regelmäßig zwei Keimzellen zu enthalten scheinen. Bei letzterer Art ist die Eikapsel länglich eiförmig, ihr Hohlraum ist nach der einen Seite in eine Spitze ausgezogen; es geht die Kapsel auf dieser Seite in einen langen Stiel (sogenanntes Filament) über, dessen Ende zu einem wirren Knäuel aufgewunden erscheint. Im allgemeinen ist die Form der Eikapsel bei *Umagilla* etwas länger und relativ schlanker als bei *Anoplodium*, ihr Lumen hatte beispielsweise eine Länge von zirka $^3/_{10}$ *mm* bei zirka $^1/_{10}$ *mm* Breite. Die Farbe der Eikapsel ist bei *Umagilla*

annähernd dunkelchromgelb, also dünkler wie bei *Anoplodium*. Die Keimzellen und Dotterschollen im Innern der Eikapsel sind deutlich erkennbar. Die Wand der Eikapsel besteht aus einer gleichmäßig homogenen Substanz; bei einer Kapsel, welche ich im Uterus des Muttertieres mitschnitt, erschien sowohl die äußere als auch die innere Fläche der Eikapsel glatt, in welcher Beziehung sich also die Eikapseln der Gattung *Umagilla* von jenen der Gattung *Anoplodium* unterscheiden, bei denen nur die äußere Oberfläche glatt ist, die innere, aber wabenartige Vertiefungen aufweist (6, p. 33). Die Wanddicke der Eikapsel betrug in dem erwähnten Schnittpräparate von *Umagilla* gegen $3^1/_2\,\mu$. In meinem ersten Teil dieser Arbeit (6, T. I, Fig. 9) ist eine Eikapsel im Muttertiere gelegen abgebildet.

Das Atrium genitale besteht aus dem Atrium commune und einem speziellen Atrium masculinum. Letzteres wurde schon früher erwähnt, seine Zellen gleichen jenen des Atrium commune. An der Außenwand des Atrium masculinum laufen relativ starke Längsmuskeln, die ziemlich dicht und regelmäßig angeordnet sind. Auch Ringmuskeln sind am Atrium masculinum vorhanden, in gleichen Abständen gelagert, doch schwächer entwickelt als die Längsmuskeln. Im Präparate, welches in Fig. 5 abgebildet ist, waren die Ringmuskeln überhaupt nicht erkennbar, wogegen die Längsmuskeln eine tiefblaue Färbung (Eisenhämatoxylin nach Benda) angenommen hatten; in anderen Schnittserien waren aber beide Muskelarten deutlich wahrnehmbar. Auch im Atrium commune lassen sich zahlreiche Muskeln erkennen, teils Ring-, teils Längsmuskeln. Das Atrium commune (Textfig. 2, *ac*) geht endlich in einen bald engen, bald blasig erweiterten Gang über, der am Hinterende des Körpers nach außen mündet. Das Epithel dieses Vestibulum *(ves)* gleicht seinem Baue nach nicht mehr dem Atrium commune, sondern dem Körperepithel und ist wie dieses mit einem Ziliensaume versehen. Die Zilien sind sogar sehr stark und dicht angeordnet. Die Muskulatur des Atrium commune setzt sich auch über diesen Endkanal fort und tritt schließlich in Beziehung zu der Muskulatur des Körperintegumentes. Der Genitalporus liegt annähernd terminal. In der

Region der Geschlechtskanäle ist auch das Mesenchym von relativ zahlreichen Muskelfasern durchzogen.

Vergleichen wir den anatomischen Bau der Geschlechtsorgane der beiden Gattungen *Umagilla* und *Anoplodium*, so können wir uns der Annahme eines prinzipiell gleichen Baues nicht verschließen. Differenzen finden sich nur bezüglich der Form der Geschlechtsdrüsen (insbesondere der Hoden), bezüglich der Zahl der Keimstöcke, bezüglich des Vorhandenseins einer Bursa copulatrix und eines Receptaculum seminis bei *Umagilla*, wogegen bei *Anoplodium* die beiden letzten Organe zu einer Bursa seminalis verschmolzen sind und endlich bezüglich des Umstandes, daß der Penis s. str. bei *Umagilla* zu einem komplizierten chitinösen Organe ausgestaltet ist. Die Prinzipien des Baues aber sind bei beiden Gattungen die nämlichen. Vergleicht man Querschnitte beider Gattungen, so müssen insbesondere auch die ganz gleichen Lageverhältnisse der ausführenden Geschlechtsteile auffallen; auch bei *Umagilla* nimmt der Uterus die Lage zunächst an der Ventralseite ein, das Atrium masculinum liegt ihm zunächst, dann kommt der Endabschnitt des Ductus communis, wogegen in Schnitten durch eine mehr nach vorne gelegene Körperstelle Penis und Ductus communis sich kreuzen, so daß dann weiter vorne der Penis ventral vom Ductus gelegen erscheint; am weitesten nach der Dorsalseite verlagert ist die Vagina mit der Bursa copulatrix und dem Receptaculum seminis. Im Schema des Genitalapparates gleichen sich daher beide Gattungen ungemein, wie auch aus dem Vergleiche der Textfigur 2 mit dem von mir seinerzeit veröffentlichten Schema des Geschlechtsapparates von *Anoplodium* (6, Textfig. 1) ersichtlich wird.

Durch den Umstand, daß sich bei *Umagilla* ebenso wie bei *Anoplodium*, *Syndesmis* und *Collastoma* neben dem Ductus communis noch eine eigene Vagina vorfindet, stehen diese vier Gattungen in näherer Beziehung zueinander und unterscheiden sich durch das erwähnte Merkmal von allen übrigen Dalyelliiden. Auch die terminale Lage des Geschlechtsporus haben die genannten vier Gattungen gemeinsam. Endlich leben die bisher bekannt gewordenen Vertreter dieser vier Gattungen alle parasitisch.

L. von Graff hat früher (2, p. 73) die Dalyelliiden als eine Familie betrachtet und in zwei Subfamilien *(Dalyelliinae* und *Graffillinae)* eingeteilt. In letzterer Zeit (3, p. 2521 ff) aber erhob er diese früheren Subfamilien zu selbständigen Familien und gab als Unterscheidungsmerkmal derselben in erster Linie die unpaare, beziehungsweise paarige Ausbildung der Keimstöcke an. Unter diesen Umständen hat er *Anoplodium* wegen seines unpaaren Keimstockes zu den Dalyelliiden gestellt, *Umagilla* aber auf Grund der von mir früher bereits veröffentlichten Abbildung (6, Taf. I, Fig 9) und einiger weniger Mitteilungen, welche ich Graff schon vor einigen Jahren zur Verfügung stellen konnte, zu den Graffilliiden. Wie aus der nunmehr genaueren Untersuchung der Gattung *Umagilla* hervorgeht, sind aber, wie bereits erwähnt, die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den zwei genannten Gattungen so groß, daß sie keineswegs in zwei verschiedene Familien, ja kaum in zwei verschiedene Unterfamilien gestellt werden können. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Verwandtschaft zwischen *Anoplodium* und *Umagilla* viel näher ist, als beispielsweise zwischen *Umagilla* und *Graffilla* oder zwischen *Anoplodium* und *Dalyellia*. Es werden also die zu der ursprünglichen Familie »*Dalyelliidae*« (Graff, 1905), beziehungsweise zu dessen neu (1908) aufgestellten Familien *Graffillidae* und *Dalyelliidae* gehörigen Gattungen nicht nach dem Vorhandensein von paarigen oder unpaaren Keimstöcken eingeteilt werden können, da hierin nur eine sekundäre Abänderung und Weiterbildung (beziehungsweise Rückbildung) zu erblicken ist, indem bei verschiedenen Typen selbständig als Parallelerscheinung aus den Formen mit paarigen Keimstöcken sich solche mit unpaaren, asymmetrisch gelagerten Keimstöcken gebildet haben. Näher hierauf einzugehen und eine andere Systemeinteilung vorzunehmen, möchte ich auf jenen Zeitpunkt verschieben, da ich auch die Untersuchung der Gattung *Collastoma* Dörler beendigt habe.

5. Syndesmis François.

Von dieser in Seeigeln parasitierenden Dalyelliidenart erhielt ich in Triest gleichzeitig mit Herrn mag. Luther Material, worüber Graff (1, p. 21) bereits berichtet hat, ferner

auch in Neapel, und zwar stammten unter 30 untersuchten *Sphaerechinus granularis* A. Ag. fünf Exemplare aus der Secca di gaiola; nur unter diesen war ein einziges Individuum infiziert und enthielt 13 Parasiten.

Der anatomische Bau von *Syndesmis* ist durch Russo (4) und Shipley (5) im allgemeinen bereits bekannt geworden; da der Konservierungszustand meines Materiales zu wünschen übrig läßt, so beschränkte ich mich derzeit auf eine Untersuchung der Epithelverhältnisse im Pharynx. Das Ergebnis war, daß ich auch bei dieser Art den gleichen histologischen Bau zu erkennen vermochte, wie bei den von mir seinerzeit (6) beschriebenen Arten der Gattungen *Anoplodium, Graffilla, Paravortex* und bei der oben besprochenen *Umagilla forskalensis*. Auch bei *Syndesmis* besteht das Pharynxepithel aus Zellen von länglicher Gestalt, die an dem hinteren Ende verdickt sind, daselbst die Kerne enthalten, während der stielartig dünne, vordere Teil die Auskleidung des eigentlichen Pharynxlumens darstellt. Auch hier erstrecken sich diese Zellen alle durch die ganze Länge des Pharynx und bilden mit ihrem hinteren, verdickten, kernhältigen Teil einen kleinen Kropf, welcher dem Hinterende des Pharynx unmittelbar anliegt. Zwischen diesen Epithelzellen des Pharynx und den eigentlichen Darmdrüsenzellen scheinen einige besondere Zellen eingeschaltet zu sein, die also einen echten Oesophagus darstellen würden.

Literaturverzeichnis.

1. Graff L., v., Die Turbellarien als Parasiten und Wirte. Festschrift der k. k. Karl-Franzensuniversität in Graz für das Jahr 1902., 66 p., 3 Taf., Graz 1903.
2. Graff L., v., Marine Turbellarien Orotavas und der Küsten Europas, II. *Rhabdocoela.* Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 83. Bd., p. 68 bis 150, Taf. 2 bis 6. Leipzig 1905.
3. Graff L., v., Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. 4. Bd., Abt. I. c. *Turbellaria.* Leipzig 1904 bis 1908.

4. Russo A., Sulla morfologia del Syndesmis echinorum François. Ric. Lab. Anat. Roma. 5. Vol., p. 43 bis 68, T. 5/6. Roma 1895.

5. Shipley A. E., On some parasites found in Echinus esculentus L. Quart. Journ. of micr. sc. N. S. 44. Vol., p. 281 bis 290, Taf. 18. London 1901.

6. Wahl Br., Untersuchungen über den Bau der parasitischen Turbellarien aus der Familie der Dalyelliiden (Vorticiden). I. Teil. Die Genera *Anoplodium, Graffilla* und *Paravortex*. Diese Sitzungsberichte, 115. Bd., Abt. I, p. 417 bis 473, T. I bis IV. Wien 1906.

Erklärung der Buchstaben auf der Tafel und in den Textfiguren.

ac Atrium commune.
alm Äußere Längsmuskeln.
am Atrium masculinum.
arm Äußere Ringmuskeln.
bc Bursa copulatrix.
bkp Bindegewebskerne des Pharynx.
bp Basis des inneren Chitinrohres des Penis.
ci Zilien.
D Dotterstock.
dc Ductus communis.
de Ductus ejaculatorius.
dm Diagonalmuskeln.
E Epithel der Haut.
ede Endstück des Ductus ejaculatorius.
G Geschlechtsporus.
ilm Innere Längsmuskeln.
irm Innere Ringmuskeln.
K Keimstock.
kr Kropf.
lm Längsmuskeln.
Mr Mundrand.
P Penis s. str.
Par Äußeres Chitinrohr des Penis.
pe Pharyngealepithel.
pek Pharyngealepithelkerne.
Pep Epithel des Penis s. str.
Ph Pharynx.
Pir Inneres Chitinrohr des Penis.
Ps Penisscheide.
pt Pharyngealtasche.
ram Radialmuskeln.
rm Ringmuskeln.
rs Receptaculum seminis.
sd Schalendrüsen.
sda Ausführungsgänge der Schalendrüsen.
Sp Sperma.
sph Sphinkterartiger Muskel.
T Hoden.
Ut Uterus.
V Vagina.
ves Vestibulum.

Tafelerklärung.

(Sämtliche Figuren sind mittels eines Abbe'schen Zeichenapparates gezeichnet.)

Tafel V.

Umagilla forskalensis Wahl.

(Alle den Zeichnungen zugrunde liegenden Präparate sind, wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt, aus Neapler Material angefertigt.)

Fig. 1. Bewegungszustände lebender Individuen; 60fache Vergrößerung.
Fig. 2. Flächenhafter Anschnitt des Epithels (aus einer Längsschnittserie); 500fache Vergrößerung.
Fig. 3. Hautmuskelschlauch, flächenhaft angeschnitten; 600fache Vergrößerung.
Fig. 4. Hälfte eines medianen Längsschnittes durch den Pharynx und die Pharyngealtasche aus einer Querschnittserie (Exemplar aus Umago in Istrien); 700fache Vergrößerung.
Fig. 5. Mittlerer Längsschnitt durch den hinteren Teil einer Umagilla; 200fache Vergrößerung.
Fig. 6. Penis s. str., nach einem Quetschpräparat gezeichnet; 450fache Vergrößerung.
Fig. 7. Längsschnitt durch den Penis s. str. aus einer Längsschnittserie; 300fache Vergrößerung.
Fig. 8. Längsschnitt durch den basalen Teil des Penis s. str. und durch das Endstück des Ductus ejaculatorius; 450fache Vergrößerung.
Fig. 9. Querschnitt durch den mittleren Teil des Penis s. str.; 1000fache Vergrößerung.
Fig. 10. Querschnitt durch die Basis des Penis s. str.; 1000fache Vergrößerung.
Fig. 11. Querschnitt durch die Region der Schalendrüsen (Exemplar aus Umago in Istrien); 230fache Vergrößerung.

151

Untersuchungen über die Wandlungen des Stärke- und Fettgehaltes der Pflanzen, insbesondere der Bäume

von

Friedrich Weber.

Ausgeführt im pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

Zur Zeit des herbstlichen Laubfalles erreichen die Reservestoffvorräte der Bäume ihr Maximum. Alle speichernden Elemente sind dicht mit Stärke erfüllt, die ja bekanntlich als der wichtigste stickstofffreie Reservestoff der Holzgewächse fungiert. Das herbstliche Stärkemaximum besteht nach den Angaben älterer Autoren (z. B. von Th. Hartig[1]) unvermindert den ganzen Winter hindurch, bis ihm im Frühling die Mobilisierung der Reservestoffe ein Ende bereitet. Dieser allgemein verbreiteten Ansicht trat zuerst Russow[2] 1882 entgegen, indem er feststellte, daß im Winter in der Rinde zahlreicher Bäume die Stärke schwindet und meist in fettes Öl verwandelt wird. Im Holz bleibt nach Russow das Stärkemaximum unverändert bestehen. 1884 gaben Baranetzky[3] und Grebnitzky an, daß auch im Holz mancher Bäume der Stärkegehalt im Winter eine mehr oder weniger bedeutende Verminderung erfährt. Besonders weichholzige Bäume, z. B. *Tilia* werden im Winter gänzlich stärkefrei gefunden. An Stelle der Stärke tritt fettes Öl auf. Im Frühling verschwindet das Fett und macht der

---

[1] Th. Hartig, Botan. Zeit., 1858.

[2] Russow E., Dorpat. Naturforsch. Gesell., Bd. VI (1882).

[3] Baranetzky u. Grebnitzky, Botan. Zentr., Bd. XVIII, p. 187 (1884.)

Stärke Platz, die dann wieder ungefähr in der gleichen Menge wie im Herbst zu beobachten ist, so daß der Mobilisierung der Reservestoffe ein Frühlingsstärkemaximum vorausgeht. Diese Angaben von Baranetzky und Grebnitzky konnte A. Fischer[1] 1890 in seiner grundlegenden Arbeit »Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse« bestätigen. A. Fischer unterscheidet Stärke- und Fettbäume, Bezeichnungen, die seither allgemein angenommen wurden.

Die Fettbäume enthalten im Winter weder in der Rinde noch im Holz Stärke, sind also völlig stärkefrei: An Stelle der Stärke treten mehr oder weniger große Fettmengen auf. Hieher gehören: *Tilia, Betula, Pinus silvestris.*

Die Stärkebäume enthalten im Winter in der Rinde keine Stärke; im Holz dagegen findet bloß eine schwache Abnahme an Stärke statt. Hieher gehören: *Quercus Robur, Corylus Avellana, Ulmus campestris, Platanus occidentalis, Celtis occidentalis, Morus alba, Salix babylonica, Ailanthus glandulosa, Acer dasycarpum, platanoides, Prunus avium, Pirus Achras, Crataegus monogyna, Sorbus Aria, Fraxinus Excelsior, Syringa vulgaris.*

Eine Mittelstellung nehmen ein: *Picea excelsa, Larix europaea, Juniperus communis, Taxus baccata, Thuja occidentalis, Euonymus europaeus.* »In der Rinde schwindet die Stärke meist vollständig, im Holz zum großen Teil.« Da diese letzterwähnten Bäume im Winter vorwiegend Fett führen, so rechnet sie A. Fischer ebenfalls zu den Fettbäumen.

Nach der Feststellung dieser Tatsachen beschritt A. Fischer, wie vor ihm bereits Russow, den Weg des Experiments und zeigte, daß unter dem Einfluß erhöhter Temperatur in abgeschnittenen Ästen im Winter jederzeit Stärkeregeneration erzielt werden kann. In den folgenden Jahren wurden alle diese Angaben Fischer's von verschiedenen Autoren bestätigt und ergänzt. Prinzipiell wichtige Arbeiten auf diesem Gebiete erschienen jedoch erst wieder im Jahre 1905, und zwar eine von Niklewski und eine von Fabricius.

---

[1] A. Fischer, Jahrb. wissensch. Botan., Bd. XXII (1890).

Bronislaw Niklewski[1] untersuchte makrochemisch, »ob direkte Beziehungen zwischen Stärke und Fett bestehen«. Er fand, daß der Prozeß der Fettbildung (im Winter bei *Tilia*) in seiner Verlaufsrichtung durch die Temperatur nicht umkehrbar ist, was für den Vorgang der Stärkelösung dagegen vollkommen zutrifft. »Der Prozeß der Fettwandlung kann also nicht direkt mit dem Prozeß der Stärkeumwandlung zusammenhängen.« Die Fettbildung im Winter müsse als ein von der Temperatur nicht wesentlich beeinflußbarer periodischer Vorgang angesehen werden.

L. Fabricius[2] untersuchte den Fett- und Stärkegehalt der Fichte im Laufe der ganzen Jahresperiode und fand für *Picea* etwa folgendes: »Die gesamte Holzstärke des Stammes unterliegt im Laufe des Jahres nur einmal einer totalen Umwandlung in Fett, welche etwa mit dem Austreiben der Knospen beginnt und im August beendet ist. Vom Ende September an wird die Stärke im Holz zum größten Teil wieder regeneriert, nur der kleinere Teil der Reservestoffe überwintert in Form von Fett. Im Holz wird Stärke bis Ende September nicht abgelagert. Dann erst und im Oktober wird das Fett des Holzes zum größten Teil in Stärke zurückverwandelt.«

Wie ersichtlich, lassen die beiden letzterwähnten Arbeiten neue Untersuchungen über Reservestoffwandlungen erwünscht erscheinen, und zwar sind es drei Fragen, deren definitive Lösung noch aussteht.

Erstens bedarf es, da von Niklewski eine direkte Umwandlung von Stärke in Fett geleugnet wird, nunmehr einer Erklärung, woher die oft ungeheuren Fettmassen, die im Winter in den Fettbäumen auftreten, stammen.

Zweitens stehen Untersuchungen, die sich nicht bloß auf die Winterperiode erstrecken und die insbesondere eine

---

[1] B. Niklewski, Untersuchungen über die Umwandlung stickstofffreier Reservestoffe während der Winterperiode der Bäume. Botan. Zbl., 1905, Beih., Bd. XX., I., 68.

[2] L. Fabricius, Untersuchungen über den Stärke- und Fettgehalt der Fichte auf der oberbayerischen Hochebene, Naturw. Zeitschr. für Land- und Forstwirtsch. 1905, 3. Jahrg., Heft 4.

Klärung der Abhängigkeit der Stärkelösung und -bildung von der Temperatur erstreben, noch völlig aus.

Drittens ist durch die Ergebnisse der Arbeit von Fabricius die Frage nach der biologischen Bedeutung der Reservestoffwandlungen, vor allem aber der Fettbildung, in ganz neues Licht gerückt worden, indem der bisher ziemlich allgemein angenommenen Deutung der Fettbildung als Kälteschutz durch das von Fabricius beobachtete Fettmaximum bei *Picea* im Hochsommer ein wichtiger Einwand erwächst.

Zur Lösung dieser Fragen einiges beizutragen, war der Zweck meiner Arbeit. Die endgültige Klärung der ersten Frage dürfte wohl einem Chemiker vorbehalten sein, doch konnte ich auch ohne Untersuchungen der bisher unaufgeklärten chemischen Vorgänge, die sich bei den in Rede stehenden Umwandlungen abspielen müssen, einige Tatsachen ermitteln, deren Kenntnis in dieser Frage immerhin nicht unwichtig sein dürfte. Was die zweite Frage betrifft, so versuchte ich, die oben angedeutete Lücke in der experimentellen Erforschung der Temperatur auf die Reservestoffwandlungen im Verlauf der ganzen Jahresperiode möglichst genau auszufüllen. Die Schilderung der Ergebnisse dieser Experimente wird den einen Hauptteil der Arbeit (experimenteller Teil) beanspruchen. Im zweiten Teil (spezieller Teil) werde ich die Resultate der Prüfung verschiedener Pflanzen auf ihren Stärke- und Fettgehalt zu verschiedenen Zeiten der Jahresperiode mitteilen. Dadurch trachte ich, wenn auch vorläufig nur wenig zur Schaffung eines größeren Tatsachenmaterials beizutragen, was ich für unbedingt nötig erachte, bevor man an eine aussichtsvolle Bearbeitung der Frage nach der biologischen Bedeutung der Reservestoffwandlungen denken kann. Auch einige andere, nicht unwichtige Resultate dürften sich aus den Untersuchungen des speziellen Teiles ergeben. In einer zusammenfassenden Schlußbetrachtung möchte ich meine auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit gewonnenen Anschauungen über die drei hier angedeuteten Fragen darlegen.

Methodik.

Der Nachweis von Stärke und Fett wurde ausschließlich mikrochemisch durchgeführt; hierin befinde ich mich in

Übereinstimmung mit A. Fischer, Fabricius und den übrigen Autoren mit Ausnahme von Niklewski, der sich der makrochemischen Methode bediente.

Die Stärke wurde mit Jod nachgewiesen; zur Prüfung auf Fett benutzte ich die Färbung mit Alkannatinktur, Osmiumsäure, meist aber mit Sudan III in alkoholischer Lösung oder als Sudanglyzerin. In einzelnen Fällen wurde das Fett auch mit Chlorophyll gefärbt oder seine Löslichkeit in Äther oder Schwefelkohlenstoff (eventuell außerdem die Akroleinprobe) zum Nachweis herbeigezogen. Um einen genauen Vergleich der Fett- und Stärkemengen in den einzelnen Schnitten zu ermöglichen, wurden, besonders von den Präparaten des bei den Experimenten untersuchten Materials, Dauerpräparate hergestellt. Die Zahl derselben beläuft sich auf ungefähr 700, wovon etwa 300 auf solche von *Tilia* entfallen. Dadurch konnte der Vergleich viel exakter durchgeführt werden, als wenn er sich bloß auf eine, wenn auch noch so genaue Beschreibung der einzelnen Präparate hätte stützen können. Außer diesen Dauerpräparaten wurde jedoch natürlich noch eine große Zahl von Schnitten zur einmaligen Untersuchung gemacht. Zu den Dauerpräparaten wurden die Schnitte, deren Fettgehalt geprüft wurde, nach Behandlung mit Sudan III (in alkoholischer Lösung) in Glyzerin oder Sudanglyzerin eingelegt und dann eingeschlossen. Die charakteristische rote Färbung der Fetttropfen hielt sich auf diese Weise ausgezeichnet. Dagegen hält sich bekanntlich die Blaufärbung der Stärke durch Jod in Glyzerin-Dauerpräparaten nur sehr kurze Zeit; daher mußte wiederholt zum Vergleich zweier Stärkepräparate dem älteren neuerdings Jod zugesetzt werden, wodurch dann die Färbung jederzeit wieder deutlich gemacht werden kann. Außerdem wurde häufig versucht, durch Zusatz einiger Tropfen Jodlösung (meist von Jod-Jodkali) zum Glyzerin, in dem die Schnitte eingeschlossen werden sollten, die Blaufärbung der Stärke dauernd zu erhalten; auf diese Weise wurden sehr gute Resultate erzielt, so daß derartige Stärkepräparate, die noch nach Monaten lebhaft gefärbt sich zeigten, zum Vergleich mit frischen vollkommen geeignet schienen.

Von der Verwendung einer einheitlichen Skala zur Charakterisierung der Reservestoffquantitäten in den einzelnen Schnitten, wie sie z. B. Fabricius für *Picea* gebraucht, wurde absichtlich Abstand genommen; erstens, weil sie sich bei der Beschreibung des Stärke- und Fettgehaltes von verschiedenen Pflanzen als gänzlich unzulässig erweisen würde (was z. B. bei *Tilia* als mäßig viel [II. Grad] Fett zu bezeichnen wäre, müßte z. B. bei *Fagus* als sehr viel Fett [IV. Grad] gekennzeichnet werden, will man nicht etwa für *Fagus* den gleichen Maßstab wie für *Tilia* anwenden, was ich für ungemein irreführend halten würde), zweitens, weil auch bei ein und derselben Pflanze sich eine derartige Skala nicht immer gut anwenden läßt, da auch hier — wie ich oft Gelegenheit hatte zu beobachten — große individuelle Schwankungen vorkommen, weshalb es meist nur möglich ist, Reservestoffmengen eines und desselben Astes zu verschiedenen Zeiten oder doch wenigstens nur von Ästen ein und desselben Baumes exakt quantitativ zu vergleichen.

Auch einige Bemerkungen über das zur Untersuchung verwendete Material dürften erwünscht sein. Vor allem erschien es mir sehr wichtig, das Material ausschließlich Pflanzen von natürlichem Standort zu entnehmen. Pflanzen oder Teile von solchen aus Gärten, insbesondere aus botanischen Gärten, der sonst so beliebten Bezugsquelle aller Versuchspflanzen, wurden prinzipiell von einer Prüfung auf ihren Stärke- oder Fettgehalt ausgeschlossen, und zwar deshalb, weil es mir gerade bei quantitativen Reservestoffbestimmungen unbedingt nötig schien, das dazu verwendete Material an natürlichen Standorten wachsenden Pflanzen zu entnehmen. Zu dieser Ansicht führten mich wiederholt gemachte Beobachtungen, wonach Äste von in Gärten gepflanzten Bäumen, wenn diese auch äußerlich ganz normal und gesund erschienen, völlig abnormale Verhältnisse in der Reservestoffverteilung aufwiesen, jedenfalls aber meist an Reservestoffarmut leiden. Die untersuchten Pflanzen stammen alle aus der Umgebung Wiens oder Salzburgs; nur in ganz vereinzelten Fällen wurden Pflanzen anderer Standorte untersucht, was jedesmal eigens vermerkt werden wird. Der größte Teil der Experimente und Prüfungen wurde an Holzgewächsen

angestellt und soll daher hier noch erwähnt werden, daß das Alter der untersuchten Äste (wenn nichts anderes angegeben ist) zwischen 5 und 10 Jahren schwankt, jedenfalls immer in den Altersgrenzen, für die vorerst genau festgestellt wurde, daß ein Vergleich verschieden alter Teile noch zulässig ist. Weitere jeweilig nötig erscheinende Bemerkungen über das untersuchte Pflanzenmaterial sind an den betreffenden Stellen der beiden Hauptteile gegeben.

Experimenteller Teil.

Im experimentellen Teile werden meine Versuche, die ich im Laufe der ganzen Jahresperiode an *Tilia*-Sproßstücken, respektive jungen Lindenbäumen ausführte, angeführt.

Alle bisher von den verschiedenen Autoren (Russow, Fischer, Niklewski) angestellten Versuche beschränkten sich darauf, im Winter den Einfluß der Temperatur auf die Reservestoffwandlungen festzustellen. Daher erschien es mir wichtig, ergänzende Versuche im Sommer, Herbst und Frühling anzustellen. Demnach zerfallen meine Experimente in folgende vier Versuchsreihen:

1. Winterversuche. Einwirkung erhöhter Temperatur, respektive nachträgliches Zurückversetzen der so behandelten Pflanzen oder Pflanzenteile in normale Wintertemperatur.

2. Frühlingsversuche. Vom Winter her (Zeit des Stärkeminimums) werden die Pflanzen ununterbrochen bis in den Frühling hinein (Zeit der Stärkeregeneration im Freien) winterlichen Temperaturen ausgesetzt.

3. Sommerversuche. Die Pflanzen werden längere Zeit hindurch winterlichen Temperaturen ausgesetzt.

4. Herbstversuche. Vom Herbst an (Zeit des Stärkemaximums) werden Pflanzen ununterbrochen bis in den Winter hinein (Zeit des Stärkeminimums im Freien) sommerlichen, respektive erhöhten Temperaturen ausgesetzt.

1. Winterversuche.

Auf diese Versuchsreihe wurde verhältnismäßig wenig Zeit verwendet, da hierher zu rechnende Experimente, wie

schon eingangs erwähnt, ja bereits von den früheren Autoren, besonders Russow, A. Fischer und Niklewski, in genügender Zahl ausgeführt wurden. Immerhin möchte ich von den Ergebnissen meiner diesbezüglichen Versuche folgendes mitteilen: Unter den gleichen Bedingungen wie die eben genannten Autoren konnte ich zu jeder Zeit der Winterperiode durch Temperaturerhöhung wiederholt bei *Tilia* (und zwar an ganz verschieden alten Ästen) reichliche Stärkeregeneration erzielen. Umso auffallender muß es erscheinen, daß unter der großen Zahl der Versuche, bei denen Stärkeregeneration beobachtet wurde, auch vereinzelte Fälle vorkamen, bei denen die Stärkeregeneration nur sehr spärlich ausfiel, ja selbst gänzlich unterblieb. Da die Versuchsanstellung genau die gleiche war wie bei den übrigen Experimenten, diese Fälle ferner nicht auf eine bestimmte Zeit der Winterperiode beschränkt blieben, so fehlt vorläufig jeder Anhaltspunkt zur Erklärung dieser Ausnahmen, die ich jedoch nicht unerwähnt lassen wollte. Was die Beeinflussung des Fettgehaltes von *Tilia*-Ästen im Winter durch die Temperatur betrifft, so hat sich merkwürdigerweise A. Fischer direkt nicht darüber ausgesprochen; jedoch muß angenommen werden, er sei, da er geneigt ist, einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Stärkelösung und Fettbildung im Winter anzunehmen, der Meinung, es werde durch Einwirkung erhöhter Temperatur im Winter, welche Stärkeregeneration hervorruft, korrelativ eine Fettgehaltverminderung erzielt. Im Gegensatz hiezu vertritt Niklewski die im folgenden präzisierte Ansicht: »In Anbetracht der vorliegenden Resultate wird es klar, daß die im vorigen Kapitel beschriebenen Fettschwankungen nicht im wesentlichen auf die Wirkung der Temperatur zurückzuführen sind, sondern es findet vielmehr die Änderung des Fettgehaltes auch bei konstanter Temperatur statt. Die Ausschläge sind im wesentlichen durch den Phasenzustand bestimmt.« Der Hauptsache nach fand ich diese Angaben Niklewski's vollständig bestätigt. Niemals konnte ich in *Tilia*-Ästen, die eine entsprechende Zeit hindurch (bis lebhafte Stärkeregeneration eingetreten war) erhöhten Temperaturen ausgesetzt waren, im Vergleich zu solchen, die sich unter natürlichen winterlichen

Temperaturen befanden, eine Fettabnahme feststellen. Somit erscheint es sowohl auf makrochemischem (Niklewski) als auch auf mikrochemischem (meine Versuche) Wege nachgewiesen, daß unter dem Einfluß erhöhter Temperatur im Winter keine der Stärkeregeneration entsprechende Verminderung des Fettgehaltes vor sich gehe.

Die regenerierte Stärke kann jederzeit (im Winter) durch Rückversetzen der Äste in winterliche Temperaturen neuerdings zum Schwinden gebracht werden, wie dies ja bereits Fischer ausführlich beschreibt. Eine Fettgehaltvermehrung in den sekundär winterlichen Temperaturen ausgesetzten Sproßstücken (wie sie etwa Fischer korrelativ der Stärkelösung vermuten mußte) ist natürlich gar nicht zu erwarten, nachdem der Nachweis erbracht werden konnte, daß bei erhöhter Temperatur keine Fettabnahme stattfindet.

Im folgenden eine kurze Darstellung einer Auswahl aus den Winterversuchen. Größere Ausführlichkeit dürfte in Anbetracht, daß die früheren Autoren ähnliche Versuche beschreiben, nicht nötig sein.

1. *Tilia* vom 12. Dezember 1907 bis 18. Jänner 1908 bei 15° bis 20° C. Sehr viel Stärke regeneriert in allen Teilen, keine Fettabnahme.

2. *Tilia* vom 25. November bis 10. Dezember 1908 bei + 15° bis + 20° C. Sehr viel Stärke regeneriert.

3. *Tilia* vom 6. Jänner bis 27. Jänner 1908 bei + 15° bis + 20° C. Besonders in der Rinde sehr reichlich Stärke regeneriert; keine Fettabnahme; auch im Mark starke Stärkeregeneration; der Fettgehalt des Markes scheint eher zu- als abgenommen zu haben; jedenfalls ist im Mark massenhaft viel Fett zu beobachten.

4. *Tilia* vom 8. Februar bis 13. Februar 1908 bei + 15° bis + 20° C. Deutliche Stärkeregeneration; sehr viel Fett.

5. *Tilia* am 19. Februar 1908 untersucht nach $1^1/_2$ monatlichem Aufenthalt bei + 15° bis + 20° C. In allen Teilen, besonders in der Rinde viel Stärke; keine Fettabnahme; Fettzunahme im Mark deutlich.

6. *Tilia* vom 10. Dezember 1907 bis 4. Jänner 1908 bei + 15° bis + 20° C. Besonders in der Rinde sehr viel Stärke regene-

riert: massenhaft Fett in allen Teilen, besonders in der Cambiumzone, Markkrone und Markscheide.

7. *Tilia* vom 1. Jänner bis 30. Jänner 1908 bei + 15° bis + 20° C. Sehr viel Stärke regeneriert; keine Fettabnahme.

8. *Tilia* vom 20. Dezember 1907 bis 28. Februar 1908 bei + 15° bis + 20° C. Überall sehr viel Fett; fast keine Stärke regeneriert, selbst nicht viel in den Rindenmarkstrahlen, in denen die regenerierte Stärke sonst zuerst und zumeist zu beobachten ist.

9. *Tilia* bei + 30° C. im Wärmeschrank seit dem 17. Jänner 1909. Weder am 23. Jänner noch am 5. Februar 1909 Stärkeregeneration zu konstatieren.

Nachträglich einige Bemerkungen über das Material der Winterversuche. Die zur Untersuchung verwendeten *Tilia*-Äste waren sehr verschieden alt. Das Alter schwankte zwischen den oben angegebenen Grenzen. Natürlich wäre es einwandfreier, ganze Bäume zu den Versuchen zu benützen; doch dazu fehlte mir das Material. Um jedoch den Einwand möglichst zu entkräften, daß Sproßstücke besonders beim Einfluß erhöhter Temperatur leiden müßten, hauptsächlich aber schon durch den Luftzutritt an den beiden Enden tiefgreifende Schädigungen erfahren können, wurden stets ungefähr $^1/_2$ *m* lange Äste benützt und vor der Untersuchung derselben jedesmal ein mindestens 1 *dm* langes Stück abgetrennt und erst dem nun folgenden Teile die Schnitte entnommen; dadurch stand immer ganz frisches unbeschädigtes Material zur Verfügung.

Hauptergebnis der Winterversuche.

1. Bestätigung der Angaben Fischer's über Stärkeregeneration und Lösung im Winter.

2. Bestätigung der Ansicht Niklewski's, daß der Prozeß der Fettbildung im Winter durch Temperaturerhöhung nicht rückgängig gemacht werden kann.

2. Frühlingsversuche.

Versuche, welche vor allem klarstellen sollten, ob die Einwirkung winterlicher Temperaturen im Frühling (ununterbrochen vom Winter her) die Stärkeregeneration, wie sie im

Freien im Frühling vor sich geht, verhindert, mit anderen Worten, ob bei winterlichen Temperaturen im Frühling die Stärkebildung unterbleibt, wurden bisher nicht angestellt. Ich richtete daher auf derartige Versuche meine besondere Aufmerksamkeit.

Untersucht wurden ungefähr 30 *Tilia*-Äste und da sämtliche im wesentlichen bei der Prüfung am Schlusse der Versuchsdauer übereinstimmende Verhältnisse aufwiesen, so dürfte diese Versuchszahl wohl genügen. Anfänglich sollten hauptsächlich ältere Stämme verwendet werden, da von diesen weniger zu befürchten war, sie könnten unter der längeren Einwirkung tiefer Temperatur Schaden leiden. Nachdem aber die Untersuchung über zehn Jahre alter Stämme zeigte, daß diese selbst im Hochwinter (Anfang Februar) noch ziemlich viel Stärke besonders in den verbreiterten Rindenmarkstrahlen enthielten (siehe darüber im speziellen Teil unter *Tilia*), wurden solche alte Stämme größtenteils von der Verwendung zu den Versuchen ausgeschlossen, da der Umstand, daß schon im Winter Stärke vorhanden ist, die Konstatierung einer eventuellen Stärkeregeneration am Schlusse der Versuchsdauer bedeutend erschweren, respektive unsicher machen müßte. Daher wurden hauptsächlich zirka fünfjährige Äste verwendet, die im Februar gar keine oder doch nur ganz minimale Spuren von Stärke enthalten. Übrigens haben auch solche Äste unter der Einwirkung der niederen Temperatur keinen Schaden gelitten, was übrigens nur dann eigens betont werden müßte, wenn das Unterbleiben der Stärkeregeneration Zweifel daran hätte aufkommen lassen können. Es kann auch darauf hingewiesen werden, daß im Herbst abgeschnittene Äste, die den ganzen Winter hindurch im Freien liegen bleiben (wie man dies ja oft in Gärten beobachtet kann), im Frühling austreiben, also auch im abgeschnittenen Zustand nicht unter der winterlichen Kälte leiden.

Bei der Wahl der Temperatur, der die Äste ausgesetzt werden sollten, war ich besonders von zwei Momenten beeinflußt. Vor allem standen mir natürlich nicht alle möglichen tiefen Temperaturen längere Zeit hindurch konstant zur Verfügung. Außerdem mußte von Temperaturen unter 0°, die sich wenn auch nur wenig vom Nullpunkt entfernen, abgesehen werden,

da bei solchen von allem Anfang an keine Reservestoffwandlungen zu erwarten sind, jedenfalls keine Stärkeregeneration. Es wurde daher die Temperatur von 0° gewählt. Selbst diese dürfte noch zu tief gegriffen erscheinen, doch die Resultate der Versuche widerlegen einen diesbezüglichen Einwand. Demnach kam ein Teil der Äste (am 22. Februar 1909) nach genauer Untersuchung ihres Reservestoffgehaltes in einen Raum einer Kühlanlage, in welchem eine konstante Temperatur von 0° herrscht. (Nur sehr selten wird ein Maximum der Temperatur von +1° C. erreicht.) Ein anderer Teil des Materials wurde vom Anfang Februar (natürlich wieder nach vorhergehender eingehender Prüfung) bis Anfang März in einem eigens zu diesen Versuchen vom Institut angeschafften ausgezeichnet funktionierenden Kühlapparat (Deutsches Reichspatent »Frigo«) verwahrt. Der Apparat wurde mit Salz-Eismischung gekühlt. Absichtlich wurde kein Wert darauf gelegt, eine konstante Temperatur zu erzielen, vielmehr wurden winterliche Temperaturschwankungen von —10° C. bis +2° C. zugelassen. Im Freien fielen in diese Zeit einige Tauperioden, deren Einwirkung die Äste im Kühlapparat entzogen waren. Im Apparat herrschten im allgemeinen Jännertemperaturen meist zwischen —5° und —1° C., jedoch mit den eben angegebenen Grenzwerten von —10° und +2° C. Anfangs März wurden auch diese Äste in die gleiche Kühlanlage wie die übrigen überführt und somit bis zum Schluß der Versuchsdauer der konstanten Temperatur von 0° ausgesetzt. Die Übertragung der Äste aus dem Kühlapparat in die Kühlanlage erfolgte an einem entsprechend kalten Tag, wodurch eine Einwirkung erhöhter Temperatur auch für die kurze Zeit vermieden wurde. Die Versuche wurden alle mit Ausnahme eines einzigen im Frühjahr 1909 angestellt.

I. *Tilia*-Äste vom 22. Februar 1909 bis 27. März 1909 bei 0°. Am 22. Februar 1909. Alle Äste stärkefrei oder nur minimale Spuren von Stärke in den Rindenmarkstrahlen.

Am 27. März 1909. Ziemlich viel Stärke in allen Ästen regeneriert, und zwar in der Rinde und im Holz, am meisten in den Rindenmarkstrahlen. Am wenigsten Stärke weist das Holz auf, in manchen Ästen ziemlich wenig, in den meisten ist

jedoch auch im Holz relativ viel Stärke enthalten. Auffallend ist, daß in den grünen, unmittelbar an das Periderm grenzenden, also äußersten Rindenzellenschichten besonders viel Stärke regeneriert wurde. Die Fettgehaltsabnahme vom 22. Februar bis zum 27. März ist in allen Ästen sehr gering, in manchen Fällen sogar kaum mit Sicherheit nachzuweisen. Am 26. März 1909 untersuchte gleichaltrige Äste aus dem Freien, die den gleichen Bäumen entstammen, enthalten besonders im Holz wohl etwas mehr Stärke als die bei 0° gehaltenen, jedenfalls aber nicht um viel mehr; ihr Rindenstärkegehalt weist gegenüber dem der Versuchsäste kaum einen Unterschied auf. Der Fettgehalt der dem Freien und der dem Kühlhaus entnommenen ist fast ganz gleich (etwas mehr Fett in den bei 0° befindlichen Ästen).

II. *Tilia*-Äste, welche vom Anfang Februar bis Anfang März im Kühlapparat, vom Anfang März bis 3. April 1909 im Kühlhaus bei 0° sich befanden.

Alle Äste enthalten am 3. April sehr viel, respektive viel Stärke in der Rinde, die meisten auch viel Stärke im Holz, nur einige ziemlich wenig Stärke im Holz. Alle Äste sind noch sehr fettreich. Am 3. April untersuchte gleich alte Äste aus dem Freien oder abgeschnittene Äste, die vom Anfang März an im Zimmer bei zirka 15° bis 20° aufbewahrt wurden, zeigen nur um ein Geringes größeren Stärkegehalt. Der Fettgehalt ist ziemlich der gleiche.

III. Es sei noch ein vereinzelter, im Jahre 1908 angestellter Versuch erwähnt: *Tilia* vom 17. Februar bis 27. April 1908 bei 0°. Am 27. April viel Stärke in allen Teilen.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe ist demnach klar, doch unerwartet. Im Laufe des März wurde in *Tilia*-Ästen, welche der konstanten Temperatur von 0° ausgesetzt waren, Stärke regeneriert. Die Stärkeregeneration im Frühling, wie sie im Freien vor sich geht, ist demnach nicht erst ermöglicht, respektive veranlaßt durch die zu dieser Zeit im Freien herrschende, im Vergleich zu der im Winter höheren Temperatur. Während der Stärkegehalt im Winter in funktioneller Abhängigkeit von der Temperatur steht, findet sich im Frühling nicht nur bei erhöhter Temperatur (im Freien), sondern auch

bei der relativ tiefen Temperatur von 0° (im Experiment) — also in einer gewissen Unabhängigkeit von der Temperatur — Stärkeregeneration statt.

Die merkwürdige Tatsache der Stärkeregeneration im Frühling bei der relativ niederen Temperatur von 0° bedarf eines Vergleiches mit diesbezüglichen Angaben A. Fischer's. A. Fischer fand die untere Grenze, bei welcher im Winter keine Stärkeregeneration zu beobachten ist, bei +5° C., allerdings für eine ganze kurze Versuchsdauer (von 24 Stunden). Wenn auch angenommen werden kann, daß bei längerer Versuchsdauer auch bei etwas tieferer Temperatur (etwa bis zu +3° C.) eine geringe Stärkeregeneration auch im Winter konstatiert werden könnte, so geht doch sicher bei 0° im Winter keine Stärkeregeneration vor sich. Niemals kann im Winter nach mehreren milden Tagen, an denen die Temperatur nicht unter den Nullpunkt sinkt, regenerierte Stärke in den Ästen nachgewiesen werden. Im Winter ist demnach die untere Temperaturgrenze, bei der noch Stärke gebildet wird, höher als im Frühling, wo bei einer Temperatur von 0°[1], bei der im Winter das Stärkeminimum unverändert andauert, Stärke regeneriert wird. Jedenfalls fordert der Nachweis einer Stärkebildung bei 0° im Frühling zu neuen Versuchen auf, die unterste Temperaturgrenze festzustellen, bei der in den Ästen im Frühling noch Stärkeregeneration möglich ist; es ist zu erwarten, daß derartige Versuche zu interessanten Ergebnissen über das Temperaturminimum der Stärkebildung überhaupt führen würden; leider stehen die zu solchen Experimenten nötigen Räume mit konstanten Temperaturen von —1°, —2° etc. nicht leicht zur Verfügung.

Daß die Stärkeregeneration in den bei 0° gehaltenen Ästen eine etwas geringere ist als in den Ästen aus dem Freien, erscheint wohl kaum verwunderlich; denn erstens dürfte der Beginn der Stärkeregeneration durch die ununterbrochene Einwirkung winterlicher Temperatur verzögert worden sein und zweitens wird ja wohl die Temperatur insofern die

[1] Über einen Erklärungsversuch dieser Tatsache siehe die Schlußbetrachtung über den experimentellen Teil.

Reaktionsgeschwindigkeit des Stärkebildungsprozesses beeinflussen, daß bei höherer Temperatur derselbe rascher verläuft als bei niederer. Was den Umstand betrifft, daß trotz der langen Versuchsdauer keine erhebliche Fettgehaltverminderung in den Ästen zu beobachten war, so sei auf den Vergleich mit den Ästen aus dem Freien verwiesen, ferner aber auch auf die diesbezüglichen Angaben über *Tilia* im speziellen Teil, wo gezeigt werden wird, daß auch im Freien, in den Ästen im Frühling die Fettgehaltverminderung keine so bedeutende ist, wie man bisher anzunehmen geneigt war. Außerdem dürfte wohl für den Fettlösungsprozeß das oben vom Prozeß der Stärkebildung Gesagte auch seine Gültigkeit haben.

Hauptergebnis.

Im Frühling erfolgt selbst bei der relativ tiefen Temperatur von 0° in *Tilia*-Ästen Stärkeregeneration.

3. Sommerversuche.

Die Sommerversuche sollten darüber Aufschluß geben, ob bei der Einwirkung winterlicher Temperaturen im Sommer in Lindenästen die Stärke gelöst wird und demnach wie im Winter ein Stärkeminimum erzielt werden kann. Erst in zweiter Linie kam die Ermittlung eines eventuellen Einflusses niederer Temperaturen im Sommer auf den Fettgehalt in Betracht, nachdem — wie im speziellen Teil erwähnt werden wird — meine Untersuchungen ergaben, daß auch Äste im Freien stehender Bäume im Sommer meist ziemlich bedeutende Fettmengen enthalten. Schon A. Fischer hat einen diesbezüglichen Versuch angestellt, »durch künstliche Abkühlung im Sommer die Stärke zu entfernen«. Da der Versuch jedoch vereinzelt blieb, gibt er selbst zu, dieser könne nicht für beweisend gelten. Er hielt die Aststücke vom 23. Juni bis 8. Juli 1889 zwischen Eis, wobei tägliche Temperaturschwankungen von $-1°$ bis $+10°$ C. vorkamen. Den Einwand diese Temperaturen seien zu hoch, um eine Stärkelösung zu veranlassen, weist er mit der Bemerkung zurück, daß im November bei eben solchen Temperaturen die Stärkelösung vor sich gehe. Einen anderen Einwand, die Versuchsdauer sei zu kurz gewesen, läßt er auch nicht gelten. Das Ergebnis seines Versuches war: Im Sommer

erfolgt keine Stärkelösung, was ihm »auf periodisch sich ändernde erbliche Eigenschaften hinzuweisen« scheint. Meine Aufgabe war es, derartige Versuche in genügender Zahl auszuführen, und zwar so, daß dagegen die oben erwähnten Einwände nicht erhoben werden können. Es wurden daher die Sommerversuche an zirka 50 Ästen verschiedenen Alters ausgeführt, und zwar:

1. bei Temperaturen, wie sie Fischer verwendete, zwischen Eis im Eiskasten (— 1° bis + 10° C.);

2. bei einer konstanten Temperatur von 0° C.,

3. bei einer konstanten Temperatur von —4° C.

Schließlich wurde auch die Dauer der Versuche variiert und viele über einen Monat ausgedehnt.

Ein weiterer Einwand, es müßten die Äste unter der langen Einwirkung so niederer Temperaturen (besonders bei —4° C.), noch dazu im Sommer, wo möglicherweise die Resistenz gegen Kälte eine geringere ist, unbedingt gelitten haben, wird nicht nur dadurch hinfällig, daß die Äste nach Schluß des jeweiligen Versuches stets frisch gefunden wurden, sondern besonders dadurch, daß sie (und gerade die, welche längere Zeit bei 0° und — 4° C. aufbewahrt wurden), nach dem Versuch eingewässert im Zimmer aufgestellt, bald austrieben, einige sogar kräftige Adventivwurzeln bildeten.

Der Vergleich des Stärke- und Fettgehaltes der Äste wurde stets an ein und demselben Exemplar vor und nach dem Versuche vorgenommen; um ihn möglichst genau durchführen zu können, wurden gerade in dieser Versuchsreihe besonders viele Dauerpräparate angelegt. Von den Versuchen führe ich nicht zu zahlreiche an, um nicht immer dasselbe angeben zu müssen, da sich alle Äste in den einzelnen Versuchen gleich verhielten.

I. Versuche im Juli und in der ersten Hälfte August.

Äste bei 0° oder bei —4° C. oder zwischen Eis bei 0° bis +10 C.

1. *Tilia* vom 11. bis 30. Juli bei 0° oder —4° oder bei 0° bis + 10° C. Am 11. Juli sehr viel Stärke in allen Teilen, besonders in den Rindenmarkstrahlen.

Am 30. Juli: Keine Änderung im Reservestoffgehalt nachzuweisen; Stärke ebenso reichlich vorhanden wie am 11. Juli.

2. *Tilia* vom 11. Juli bis 7. August bei —4° C. Keine Änderung im Fett- und Stärkegehalt.

3. *Tilia* vom 31. März bis 31. Juli bei 0°. Sehr viel Stärke in allen Teilen, besonders in den Rindenmarkstrahlen.

4. *Tilia* vom 10. August bis 18. August zwischen Eis. Keine Änderung; sehr viel Stärke.

II. Versuche in der Zeit von Mitte August bis September, respektive Oktober.

Äste bei 0° oder —4° C. oder zwischen Eis bei 0° bis +10° C.

1. *Tilia* vom 13. August bis 3. September bei —4° C. Am 13. August viel Stärke, besonders in den Rindenmarkstrahlen; ziemlich viel Fett. Am 3. September Stärkegehalt deutlich abgenommen, jedoch noch besonders in den Rindenmarkstrahlen viel Stärke. Der Fettgehalt hat etwas (aber wenig) zugenommen.

2. *Tilia* vom 13. August bis 3. September, respektive bis 12. Oktober bei 0° C. Am 13. August in allen Teilen viel Stärke.

Am 3. September ziemlich bedeutende Stärkeabnahme zu konstatieren; die Stärkelösung ist bedeutender als bei den —4° C. gehaltenen Ästen.

Am 12. Oktober fast keine Stärke mehr; auch in den Rindenmarkstrahlen nur mehr ganz geringe Spuren davon. »Winterzustand.« Der Fettgehalt hat etwas zugenommen.

3. *Tilia* vom 13. August bis 3. September bei —4° C. Am 3. September hat die Holzstärke gegenüber der am 13. August bedeutend abgenommen, die Rindenstärke viel weniger, besonders die Rindenmarkstrahlen sind noch sehr stärkereich.

4. *Tilia* vom 13. August bei 3. September bei 0° C. Am 13. August sehr viel Stärke in allen Teilen, ganz besonders im Mark. Recht wenig Fett. Am 3. September Stärkegehalt viel geringer; nur mehr wenig Stärke vorhanden. Fettzunahme gering mit Ausnahme im Mark, wo sie ziemlich groß ist.

5. *Tilia* vom 13. August bis 12. Oktober bei 0°. Am 12. Oktober keine Stärke mehr vorhanden; deutliche Fettzunahme.

6. *Tilia* vom 13. August bis 3. September, respektive bis 12. Oktober bei 0°. Am 13. August sehr viel Stärke.

Am 3. September Stärkeabnahme deutlich, jedoch noch viel Stärke vorhanden.

Am 12. Oktober nur mehr Spuren von Stärke vorhanden.

7. *Tilia* vom 3. September bis 24. Oktober, respektive bis 16. Oktober. Zwischen Eis im Eiskasten.

Am 3. September. Massenhaft Stärke, besonders in den Rindenmarkstrahlen; sehr viel Fett.

Am 24. September. Ziemlich unverändert.

Am 16. Oktober. Stärkegehalt besonders der Rindenmarkstrahlen hat bedeutend abgenommen. Fettzunahme sehr gering.

8. *Tilia* vom 10. September bis 12. Oktober zwischen Eis im Eiskasten.

Am 12. Oktober ist eine bedeutende Stärkeabnahme zu konstatieren.

Wie aus diesen kurzen Angaben ersichtlich ist, ergaben die Sommerversuche folgende Resultate: In der ersten Hälfte des Sommers — im Juli bis etwa Mitte August — wird auch durch längere Einwirkung winterlicher Temperaturen (0° bis + 10° C., 0°, — 4° C.) keine Stärkelösung bewirkt.

In der zweiten Hälfte des Sommers etwa von der Mitte August an wird durch längere Einwirkung winterlicher Temperaturen Stärkelösung erzielt und bis Mitte Oktober (zu einer Zeit, zu der im Freien noch das herbstliche Stärkemaximum herrscht) wird das Stärkeminimum fast ganz oder ganz erreicht, wie es im Freien erst frühestens Mitte Dezember zu beobachten ist.

Es ist naheliegend, diese durch die Sommerversuche klargelegten Verhältnisse, betreffend die Möglichkeit, respektive Unmöglichkeit, in verschiedenen Phasen des Sommers durch Temperaturerniedrigung Stärkelösung zu bewirken, mit den bekannten Versuchen zu vergleichen, im Spätherbst, respektive Winter Pflanzen früh zu treiben. Gerade so wie es nicht gelingt, gewisse Pflanzen schon im Oktober oder November bei erhöhter Temperatur zum Treiben zu bringen, dies aber im Dezember oder Jänner leicht möglich ist, geradeso gelingt es im Juli noch nicht, durch Temperaturerniedrigung Stärkelösung zu erzielen, im September aber schon.

Im Sinne Johannsen's[1] könnte man sagen: Im Juli und in der ersten Hälfte August erfolgt aus inneren Gründen (Ursachen) keine Stärkelösung (der Prozeß der Stärkelösung »ruht«), in der zweiten Hälfte August und im September aus äußeren Gründen (der Prozeß der Stärkelösung befindet sich im Zustand »gezwungener Unwirksamkeit«). Oder ebenfalls in der Terminologie Johannsen's: Im Juli hat der Prozeß der Stärkelösung seine Mittelruhe, im September seine Nachruhe. (Versuche in der eventuellen Vorruhezeit fehlen mir leider. Vergleiche die bekannte Tatsache, daß im Juni durch Entblätterung Bäume zum Austreiben gebracht werden können, wobei natürlich auch Stärkelösung erfolgen muß; im Juli und August dagegen veranlaßt Entblätterung kein Austreiben mehr.)

Es scheint demnach, daß, ebenso wie die Winterruhe und das Treiben der Bäume ein periodischer Vorgang ist, der durch die Temperatur höchstens abgekürzt, respektive beschleunigt werden kann, auch der Prozeß der Stärkelösung als ein periodischer aufzufassen ist. (An dieser Auffassung dürfte es kaum etwas ändern, daß nach Johannsen durch Ätherein wirkung im Hochsommer Stärkelösung [ob reichlich?] eingeleitet werden kann, hat ja doch Johannsen selbst auch die Mittelruhe der Bäume wenn auch nur wenig beeinflussen können.)

Über die spezielle Wirkung der drei verschiedenen zur Anwendung gekommenen Temperaturen ist folgendes zu sagen: Bei den Versuchen in der ersten Hälfte des Sommers konnte keine verschiedene Wirkung derselben beobachtet werden, da ja bei allen drei keine Änderung im Reservestoffgehalt der Äste in dieser Zeit eingetreten ist. Bei den Versuchen in der zweiten Hälfte des Sommers dagegen wurden die besten Resultate (= kräftigste Stärkelösung) bei 0° erzielt, während bei −4° C. die Stärkegehaltverminderung geringer war und sich bei Temperaturen, die zwischen 0° und +10° C. schwankten, zu verzögern schien. Der Fettgehalt erlitt bei den Versuchen im Juli keine Veränderung, bei denen im September eine schwache Zunahme, scheint überhaupt im allgemeinen

[1] Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben, 1900. Fischer, Jena.

— wie schon die Angaben Niklewski's zeigen — noch unabhängiger von der Temperatur Änderungen zu erfahren als der Stärkegehalt.

Hauptergebnis.

1. In der ersten Hälfte des Sommers wird auch durch längere Einwirkung winterlicher Temperaturen keine Stärkelösung in *Tilia*-Ästen hervorgerufen, dagegen in der zweiten Hälfte des Sommers eine ganz bedeutende, wodurch der Zustand des Stärkeminimums ungefähr bis Mitte Oktober, also zirka um zwei Monate früher als im Freien erreicht wird.

2. In der ersten Hälfte des Sommers wird durch Einwirkung winterlicher Temperaturen keine Fettgehaltvermehrung hervorgerufen, dagegen in der zweiten Hälfte des Sommers eine geringe.

4. Herbstversuche.

Bereits A. Fischer berichtet über einen von ihm im Herbst angestellten Versuch, und zwar wie folgt: »Es bleibt noch der entgegengesetzte Versuch übrig, im November durch künstliche Temperatursteigerung das Schwinden der Stärke zu verhindern. ...Ich habe leider versäumt, zur rechten Zeit eine größere Reihe von Versuchen anzusetzen und kann nur eine Beobachtung an einem Lindenaste anführen. Derselbe war am 9. Oktober 1889 stärkestrotzend in das geheizte Zimmer gestellt worden. Am 15. November, als im Freien eine sehr starke Abnahme der Stärke eingetreten war, hatte derselbe nur eine kaum bemerkbare Verminderung seiner Stärke erfahren, so daß der Kontrast gegenüber den abgeschnittenen Ästen scharf hervortrat. Will man aus diesem vereinzelten Versuch einen Schluß ziehen, so würde sich die Temperaturerniedrigung als notwendiger Faktor für die Stärkeumbildung ergeben, ohne aber als die alleinige Ursache derselben zu erscheinen. Denn die periodisch sich ändernden Eigenschaften, welche wir voraussetzen möchten, bedürfen, um wirken zu können, einer bestimmten Veränderung der äußeren Verhältnisse, in diesem Falle einer Temperaturerniedrigung.«

Gegen diesen Versuch von A. Fischer kann (abgesehen davon, daß er, nur in der Einzahl ausgeführt, schon aus diesem Grunde wohl kaum als völlig beweisend gelten kann) eingewendet werden, die Versuchsdauer — vom 9. Oktober bis 15. November — müsse deshalb als zu kurz bezeichnet werden, weil die Stärkelösung möglicherweise durch die Einwirkung der erhöhten Temperatur nur verzögert worden ist und etwa in der zweiten Hälfte des November oder im Dezember doch noch eintreten würde, analog wie durch meine Sommerversuche gezeigt wurde, daß die Stärkelösung im Spätsommer, respektive Frühherbst durch den Einfluß niederer Temperatur verfrüht eingeleitet wird.

Es war daher für mich wichtig, meine Versuche bis mindestens Ende Dezember auszudehnen. Da es mir aber immerhin fraglich schien, ob abgeschnittene Äste vom Oktober bis Dezember besonders bei einer relativ hohen Temperatur unbeschädigt bleiben würden, verwendete ich zu diesen Versuchen ganze (bewurzelte) junge *Tilia*-Bäume. Diese wurden an ihren natürlichen Standorten in einer Au in der Umgebung Salzburgs in der Zeit vor dem herbstlichen Laubfall ausgegraben und in große Kübel eingesetzt; sie hatten durch ziemlich reichliche Verzweigung meist einen mehr strauchähnlichen Charakter und erreichten ungefähr eine Höhe von 2 *m*. Im ganzen wurden zu den Winterversuchen 10 Lindenbäumchen verwendet; da alle Bäume zu Ende der Versuchszeit dieselben Verhältnisse zeigten, so dürften, trotz der etwas geringen Anzahl der Versuchsexemplare (10) (besonders auch mit Rücksisht auf die [unter V angeführten] Ergebnisse der Untersuchung von *Tilia*-Ästen aus Palermo), die Resultate für gesichert gelten. Sieben von diesen Lindenbäumchen wurden in im Herbst und Winter regelmäßig geheizten Zimmern untergebracht, in denen nach genauen Messungen die Temperatur zwischen +15° und +20° C. schwankte, niemals aber unter +15° sank. Ein etwas älterer, etwas über 3 *m* hoher Baum wurde in ein Treibhaus mit der Temperatur von +15 bis +23° C. eingestellt. Zwei Bäumchen standen in einem Zimmer einer ganz ungeheizten Wohnung, in dem die Temperatur (wie Messungen ergaben) auf kurze Zeit wiederholt bis auf 0° sank, gewöhnlich jedoch

zwischen +3° C. und +8° C. schwankte. Daß die Linden, besonders die in geheizten Zimmern befindlichen, im Laufe des Herbstes und Winters nicht gelitten haben, geht daraus hervor, daß sie im Frühling zum Austreiben gebracht wurden.

I. *Tilia*-Bäume in geheizten Zimmern bei +15° bis +20° C.

1. Am 1. Oktober 1908. Rinde (besonders Markstrahlen), Holz (Markstrahlen und Parenchym) und Mark sehr stärkereich; ziemlich viel Fett in allen Teilen, besonders im Cambium und in den Holzmarkstrahlen.

Am 22. Dezember 1908. Alle Rindenteile, besonders die Markstrahlen sehr stärkereich; eine Abnahme des Stärkegehaltes gegenüber dem vom 1. Oktober ist kaum zu beobachten, bewegt sich also höchstens in minimalen Grenzen. Im Stärkegehalt des Holzes ist eine geringe, aber doch deutliche Abnahme zu konstatieren; doch ist das Holz immer noch stärkereich. Fettzunahme ist mit Sicherheit nicht zu konstatieren, am ehesten noch in den verbreiterten Rindenmarkstrahlen.

Am 8. Jänner 1909. Alle Teile der Rinde, besonders die Markstrahlen, enthalten viel Stärke; doch ist eine geringe, aber deutliche Abnahme gegenüber dem Stärkegehalt vom 1. Oktober wahrzunehmen. Fettzunahme gering, am größten im Cambium. (Ein am 8. Jänner 1909 zum Vergleich untersuchter, gleich alter Lindenast aus dem Freien besitzt auch in der Rinde nur mehr minimale Spuren von Stärke.) Im Holz ist die Stärkeabnahme etwas bedeutender, jedoch ist auch hier noch immer ziemlich viel Stärke vorhanden.

2. Am 3. Oktober 1908. Viel Stärke in allen Teilen, mäßig viel Fett.

Am 15. März 1908. Keine merkliche Stärkeabnahme; geringe Fettzunahme in der Rinde.

Zum Vergleich wurden am 15. Dezember auch *Tilia*-Äste aus dem Freien untersucht; sie enthielten nur noch in den Rindenmarkstrahlen geringe Reste von Stärke sonst keine. Ihr Fettgehalt war etwas größer.

Am 4. Jänner 1909. In allen Teilen noch sehr reichlich Stärke. Fettzunahme gering.

II. 3 *m* hoher *Tilia*-Baum im Treibhaus bei +15° bis +23° C.

Am 4. Oktober 1908. Alle Teile sehr stärkereich, besonders auch das Holz; überall ziemlich bis sehr wenig Fett mit Ausnahme der fettreichen Cambiumzone, die im Gegensatz zu den übrigen Teilen stärkearm ist. Viel Stärke in der Markkrone und im Mark; daselbst wenig Fett.

Am 23. Dezember 1908. Stärkegehalt besonders in der Rinde deutlich abgenommen, jedoch besonders in den Rindenmarkstrahlen und im Holz noch ziemlich viel Stärke vorhanden. In der Markkrone und im Mark ist die Stärke ziemlich stark geschwunden. In allen Teilen bedeutende Fettzunahme besonders aber in der Markkrone und im Mark.

Ein am 23. Dezember 1908 zum Vergleich untersuchter gleich alter Lindenbaum aus dem Freien zeigte nur mehr minimale Spuren von Stärke, entschieden aber nicht mehr Fett als der im Treibhaus befindliche.

III. *Tilia*-Bäume im ungeheizten Zimmer bei 0° bis +10° C.

1. Am 9. Oktober 1908. Rinde, Holz, Mark sehr stärkereich, besonders die Markstrahlen der Rinde und des Holzes; mäßig viel Fett, viel nur in der Cambiumzone und im Mark.

Am 23. Dezember 1908. Deutliche Stärkeabnahme; geringe Fettzunahme.

Am 23. Februar 1909. Stärkegehalt bedeutend abgenommen; doch enthalten die Markstrahlen der Rinde und des Holzes und das Mark noch ziemlich reichlich Stärke; der Fettgehalt hat gegenüber dem vom 9. Oktober 1908 kaum zugenommen.

2. Am 10. Oktober 1908. Viel Stärke in allen Teilen, sehr viel in den Rindenmarkstrahlen und in der Markkrone.

Am 8. Jänner 1909. Noch überall reichlich Stärke vorhanden, doch deutliche Abnahme; merkliche Fettzunahme.

IV. Es seien noch zwei gelegentliche Untersuchungen an *Tilia*-Bäumen erwähnt, die seit Jahren am geheizten Gang des pflanzenphysiologischen Instituts (Wien) stehen:

1. *Tilia*, Wasserkultur, am 29. Jänner 1908 sehr arm an Reservestoffen; Stärke vorhanden, relativ viel in der Rinde, im Holz sehr wenig; überall (sehr) wenig Fett, am meisten in der Cambiumzone.

2. Eingetopfter *Tilia*-Baum. Am 21. Jänner 1908. Wenig Stärke; wenig Fett, am meisten in der Cambiumzone.

V. Schließlich können hier wohl auch meine Untersuchungen des Stärke- und Fettgehaltes von *Tilia*-Ästen von Bäumen aus Palermo im Jänner 1909 Erwähnung finden. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Professors Borzi, dem ich dafür zu großem Dank verpflichtet bin, erhielt ich aus dem botanischen Garten zu Palermo Lindenäste zugeschickt. Bei dem bekannt milden Klima von Palermo (weshalb im dortigen botanischen Garten eine große Zahl subtropischer und tropischer Pflanzen im Freien kultiviert werden, wie sonst nirgends in Europa, z. B. *Ficus elastica*-Bäume, Bambusen, Cycas) sind die dortigen Lindenbäume selbst im Winter niemals tiefen Temperaturen ausgesetzt (Schneefälle kommen nur äußerst selten vor) und befinden sich im Freien unter ähnlichen Temperaturverhältnissen wie die *Tilia*-Bäume meiner Experimente. Die Äste, welche gut verpackt in $3^1/_2$ Tagen von Palermo nach Wien gelangten und großen Bäumen von *Tilia platyphylla* und *tomentosa* entstammen, waren ungefähr 5 Jahre alt und zeigten alle die gleichen Verhältnisse.

Tilia-Äste aus Palermo am 25. Jänner 1909.

Rindenmarkstrahlen viel Stärke, relativ viel Fett; am meisten Fett in der Cambiumzone. In den Holzmarkstrahlen und Parenchym ziemlich reichlich Stärke und Fett enthalten; in der Markscheide und im Mark viel Stärke, ziemlich viel Fett. Also auch hier im Winter neben Fett Stärke vorhanden.

Die Ergebnisse dieser Herbstversuche, die mit dem Resultat des einzigen im November von A. Fischer angestellten Experimente vollkommen übereinstimmen, zeigen, daß in Lindenbäumen, die von der Zeit des herbstlichen Stärkemaximums an ununterbrochen erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind, im Gegensatz zu im Freien stehenden Bäumen kein winterliches Stärkeminimum (also keine wesentliche

Stärkelösung) eintritt. Die geringen Stärkeverluste bei den Versuchsbäumen dürften wohl mit dem Verbrauch an Atmungsmaterial im Zusammenhang stehen, zumal die Atmung besonders bei so hohen Temperaturen jedenfalls keine geringe sein wird, woraus bei der langen Versuchsdauer ein bedeutender Reservestoffverlust sich ergeben muß.

Die Deutung der unterbliebenen Stärkegehaltverminderung kann meiner Ansicht nach auf zweifache Weise geschehen.

Erstens könnte man behaupten, die Resultate der Herbstversuche seien mit der durch die Ergebnisse der Sommerversuche begründeten Behauptung, der Prozeß der Stärkelösung sei ein periodischer, nicht in Einklang zu bringen, da man erwarten hätte müssen, daß trotz der Temperaturerhöhung eine Stärkelösung eingeleitet wird.

Zweitens kann man aber auch sagen: Bei erhöhter Temperatur kommt nur deshalb kein winterliches Stärkeminimum zustande, weil dem Prozeß der Stärkelösung ein anderer entgegen verläuft, nämlich der der Stärkeregeneration, welcher dagegen im Freien bei niederen Temperaturen gehemmt wird. Daß der Prozeß der Stärkebildung schon im Spätherbst einsetzen kann, hat ja bereits A. Fischer bewiesen, indem er zeigen konnte, daß sofort mit dem Eintreten des Stärkeminimums, ja schon vorher durch Temperaturerhöhung Stärke zum Regenerieren gebracht werden kann. Ein der ersten von diesen beiden Ansichten sich nähernde Deutung vertritt A. Fischer, wenn er an der schon oben zitierten Stelle sagt: »Die periodisch sich ändernden erblichen Eigenschaften, welche wir voraussetzen möchten, bedürfen, um wirken zu können, einer bestimmten Veränderung der äußeren Verhältnisse, in diesem Falle einer Temperaturerniedrigung.« Fischer nimmt also auch an, daß bei erhöhter Temperatur die winterliche Stärkelösung unterbleibt, erklärt sie aber trotzdem für einen periodischen Prozeß, während die andere Deutung des Unterbleibens des winterlichen Stärkeminimums annimmt, auch bei erhöhter Temperatur gehe im Spätherbst der Stärkelösungsvorgang vor sich, nur werde seine Wirkung (= Zustandekommen des Stärkeminimums) aufgehoben durch den ihm entgegen verlaufenden Prozeß der Stärkeregeneration.

Zu den Versuchen ist übrigens noch folgendes zu bemerken: Vor allem fällt es auf, daß auch bei den Lindenbäumen, die sich in den ungeheizten Zimmern befanden, die Stärke nicht zum Schwinden kam, das heißt nur in geringem Maße und nur etwas mehr als bei den in den geheizten Zimmern stehenden Bäumen. Da, wie schon erwähnt, in den ungeheizten Zimmern wenigstens für kurze Zeit die Temperatur einigemal bis auf 0° sank und längere Zeit sich oft nicht über +5° C. erhob, so scheint es für das Erreichen eines herbstlichen Stärkeminimums nötig zu sein, daß sich die Temperatur längere Zeit unmittelbar um den Nullpunkt, vielleicht sogar unter 0° hält. Dafür sprechen auch die Befunde an *Tilia*-Ästen aus Palermo (siehe Versuche V).

Die Ansicht, daß in den Bäumen im ungeheizten Zimmer und in Palermo deshalb kein Stärkeminimum erreicht wird, weil der Stärkelösungsprozeß erst bei Temperaturen, die mehr oder weniger tief unter dem Nullpunkt liegen und die in beiden Fällen vermieden wurden, vor sich gehe, dürfte wenig Anklang finden. Ich sehe vielmehr in den hier besprochenen Tatsachen eine Stütze für meine früher vorgetragene Ansicht, daß das Unterbleiben des Stärkeminimums bei erhöhter Temperatur im Winter daraus zu erklären ist, daß dem auch bei Zimmertemperatur gemäß seinem periodischen Charakter verlaufenden Stärkelösungsprozeß der Vorgang der Stärkebildung entgegenläuft; letzterer wird aber erst bei Temperaturen unter oder unmittelbar um den Nullpunkt gehemmt, weshalb bei Temperaturen von etwa +5° C. noch kein absolutes Stärkeminimum zustande kommen kann.

Über die Veränderung im Fettgehalt der Lindenbäume während der Herbstversuche ist weniger zu sagen. Der Fettgehalt hat in allen Fällen, wenn auch meist nur wenig, zugenommen, und zwar bei erhöhter Temperatur, also unter anderen Verhältnissen als im Freien. Somit erweist sich in Übereinstimmung mit Niklewski's Untersuchungsergebnissen der Prozeß der Fettbildung auch im Herbst als ein periodischer Vorgang, der im wesentlichen unabhängig von der Temperatur verläuft. Daß die Fettgehaltzunahme in den bei erhöhter Temperatur sich befindenden Bäumen, in denen nur eine ganz

geringe Stärkelösung zu beobachten war, meist nicht so bedeutend ausfiel als in den Bäumen im Freien, in welchen die großen, im Herbst gespeicherten Stärkemengen gänzlich zur Lösung kommen, erscheint mir gar nicht verwunderlich. Zwar hat Niklewski gezeigt (und ich habe es bestätigen können), daß ein direkter Zusammenhang zwischen Stärkelösung und Fettbildung im Winter nicht besteht. Doch muß ein Zusammenhang, allerdings ein indirekter, doch bestehen, indem es sonst gänzlich unerklärlich wäre, woher das Material stammt, das die oft sehr bedeutende Fettgehaltzunahme im Winter ermöglicht; wenn demnach bei den Versuchsbäumen das winterliche Fettmaximum nicht ganz den Wert erreicht wie bei den Bäumen im Freien, so möchte ich das einfach damit erklären, daß infolge der verhinderten Stärkelösung das Material dazu fehlt. (Vergl. meine Angaben über den Fettgehalt von *Tilia*-Wurzeln im Winter, siehe spezieller Teil.) Außerdem kann wohl darauf hingewiesen werden, daß das bei der hohen Temperatur jedenfalls nicht unbedeutende Atmungsmaterial teilweise vielleicht den bereits (im Herbst) vorhandenen Fettmengen entstammt (der Stärkegehaltverlust ist ja oft so gering, daß möglicherweise der Atmungsbedarf damit nicht gedeckt erscheint), wodurch das geringere winterliche Fettmaximum dann seine Erklärung fände.

Hauptergebnis.

1. Im Spätherbst, respektive Winter kommt bei erhöhter Temperatur in *Tilia*-Bäumen kein Stärkeminimum zustande.

2. Im Spätherbst, respektive Winter erfolgt auch bei erhöhter Temperatur in *Tilia*-Bäumen eine — wenn auch geringe — Fettgehaltzunahme.

Zusammenfassende Bemerkungen über die Ergebnisse des experimentellen Teiles.

Um zu einer Übersicht und zum Verständnis der Stärkewandlungen im Laufe der ganze Jahresperiode zu gelangen, dürfte es gut sein, die von A. Fischer in seiner oft genannten Abhandlung aufgestellten acht Phasen aufzuzählen:

1. Das Stärkemaximum im Herbst,
2. die Stärkelösung im Spätherbst,
3. das Stärkeminimum im Winter,
4. die Stärkeregeneration im Frühjahr,
5. das Stärkemaximum im Frühjahr,
6. die Stärkelösung im Frühjahr,
7. das Stärkeminimum im Frühjahr,
8. die Stärkespeicherung im Sommer.

Hiemit sind die im Freien unter natürlichen Verhältnissen vor sich gehenden Stärkewandlungen treffend charakterisiert; im folgenden stelle ich dieser Übersicht A. Fischer's eine analoge zur Seite, die sich die Stärkewandlungen im Experiment (nach meinen Versuchsergebnissen) bezieht.

1. Im Herbst bei Temperaturerhöhung: Unterbleiben der Stärkelösung, eventuell Stärkeregeneration.

2. Im Winter:

1. bei Temperaturerhöhung: Stärkeregeneration,
2. bei sekundärer Temperaturerniedrigung: Stärkelösung.

3. Im Vorfrühling: selbst bei Temperaturerniedrigung (0°): Stärkeregeneration.

4. Im Juli und ersten Hälfte August: Bei winterlicher Temperatur: Keine Stärkelösung.

5. In der zweiten Hälfte August und im September: Bei winterlicher Temperatur: Stärkelösung.

In den Ästen der Bäume gehen zwei entgegengesetzt verlaufende Prozesse vor sich; erstens der Prozeß der Stärkebildung, zweitens der Prozeß der Stärkelösung. (Vergl. Butkewitsch 1909.[1])

Betrachten wir zunächst den Prozeß der **Stärkebildung** im Verlauf der Jahresperiode, und zwar: 1. unter normalen Bedingungen im Freien, 2. unter abnormalen Bedingungen im Experiment. Zweimal im Jahre sehen wir im Freien in den Fettbäumen Stärkebildung vor sich gehen, das

[1] W. Butkewitsch. Zur Frage der Umwandlung der Stärke in den Pflanzen und über den Nachweis der amyl. Enzyme. Botan. Zentralbl., 1909, Bd. 110, IV, 9, 217.

erstemal ziemlich rasch und kurze Zeit hindurch, nämlich etwa vom Anfang März bis Anfang April; diese Phase der Stärkebildung (gewöhnlich spricht man hier von Stärkeregeneration) bereitet dem Winterstärkeminimum ein Ende und führt zum Frühlingsstärkemaximum. Das zweitemal erfolgt Stärkebildung im Verlauf des ganzen Sommers, also etwa vom Mai bis zum September; die Reservestoffspeicher der Bäume werden von neuem gefüllt und es kommt zum herbstlichen Stärkemaximum. In der Natur kommt eine weitere Phase der Stärkebildung nicht vor; im Experiment konnte gezeigt werden (Winterversuche), daß im Vorwinter und Winter durch Temperaturerhöhung jederzeit Stärkebildung (Stärkeregeneration) hervorgerufen werden kann, daß also auch im Winter die Fähigkeit der Stärkebildung vorhanden sein muß. Diese ist im Winter jedoch unter natürlichen Verhältnissen bloß latent und an ihrer Wirksamkeit durch die Hemmung der niederen Temperatur gehindert. Daß im Vorwinter — Mitte November —, bevor noch das winterliche Stärkeminimum ganz erreicht ist, bei erhöhter Temperatur reichlich Stärkeregeneration eintritt, hat bereits Fischer gezeigt. Daß im Spätherbst bei Zimmertemperatur keine Stärkegehaltverminderung vor sich geht (Herbstversuche), erkläre ich damit, daß sofort auch schon im Spätherbst bei erhöhter Temperatur Stärkebildung stattfindet. Faßt man nun die Tatsachen, die sich aus der Beobachtung der Vorgänge unter natürlichen Verhältnissen im Freien ergaben, und die, welche die Resultate der Versuche klarlegten, zusammen, so scheint es, daß in den Fettbäumen das ganze Jahr hindurch die Fähigkeit der Stärkebildung (wenigstens latent) vorhanden ist, mit Ausnahme der ganz kurzen Zeit im Frühling (Ende April oder Anfang Mai), in der die Reservestoffe mobilisiert werden. Diese letzte auffallende Ausnahme läßt sich auf zweifache Weise erklären. Erstens ist es immerhin möglich, daß in dieser kurzen Zeit den Bäumen die Fähigkeit abgeht, Stärke zu bilden. Jedenfalls wäre dies sehr merkwürdig und vorläufig wenigstens höchstens einer teleologischen Erklärung zugänglich, indem man sagen könnte, es sei für die Bäume sehr zweckmäßig, daß sie gerade zur Zeit der Reservestoffmobilisierung den Prozeß, Stärke aus

Zucker zu bilden, unterdrücken können, weil, wären sie dazu nicht befähigt, zumindest sonst die Mobilisierung der Stärke äußerst verlangsamt und das Austreiben ungünstig beeinflußt würde.

Mir erscheint jedoch die zweite Erklärungsmöglichkeit viel wahrscheinlicher; demnach wäre auch in dieser Zeit die Fähigkeit, Stärke zu bilden, vorhanden, jedoch würde gerade in dieser Zeit in den Ästen der Prozeß der Stärkelösung so beschleunigt, daß dagegen der der Stärkebildung gar nicht aufkommen kann. (Über Beschleunigung der Verzuckerung von Stärke, z. B. durch Asparagin vgl. Effront »Die Diastase und ihre Rolle in der Praxis« nach Lidforss »Die wintergrüne Flora, p. 22).

Dieser zweiten Auffassung gemäß würde in den Fettbäumen das ganze Jahr hindurch die Fähigkeit, Stärke zu bilden, vorhanden sein.

Betrachten wir nun den Prozeß der **Stärkelösung** im Laufe der Jahresperiode, und zwar wieder unter normalen und abnormalen Verhältnissen (im Freien und im Experiment). Wir sehen ihn ebenso wie den der Stärkebildung zweimal im Jahr unter natürlichen Verhältnissen vor sich gehen, erstens einmal im Frühling bei der Mobilisierung der Reservestoffe, zweitens im Spätherbst, wo er dem herbstlichen Stärkemaximum ein Ende bereitet und zum winterlichen Stärkeminimum führt. Im Spätfrühling und Sommer geht im Freien in den Ästen der Vorgang der Stärkespeicherung vor sich, weshalb man wohl zur Annahme berechtigt ist, daß zu dieser Zeit keine Stärkelösung stattfindet; dafür sprechen auch die Ergebnisse der Sommerversuche, welche zeigen, daß in der ersten Hälfte des Sommers selbst bei winterlichen Temperaturen keine Lösung der Reservestärke in den Ästen erfolgt (vgl. auch die bekannte Tatsache, daß, während im Juni nach Entblätterung der Äste Austreiben erfolgt, diese im Juli, August erfolglos bleibt). In der zweiten Hälfte des Sommers und im Frühherbst wird — nach den Ergebnissen der Sommerversuche — bei niederen Temperaturen die Stärke gelöst, so daß zu dieser Zeit, will man nicht annehmen, daß erst durch den Einfluß der tiefen Temperatur die Fähigkeit der Stärke-

lösung hervorgerufen wurde, diese in den Ästen schon latent vorhanden war. Daß unter natürlichen Verhältnissen im Freien im Spätsommer keine Stärkelösung eingeleitet wird, läßt sich auf zweifache Weise erklären: Entweder sind irgendwelche Hemmungen vorhanden, die den Ablauf des Stärkelösungsprozesses verhindern und die erst im Spätherbst im Freien beseitigt werden, oder die Wirkung des zu dieser Zeit langsam beginnenden Prozesses der Stärkelösung wird aufgehoben durch den entgegengesetzt verlaufenden Prozeß der Stärkebildung, der im Spätsommer noch kräftig vor sich geht; wird letzterer Prozeß jedoch, wie dies in den Sommerexperimenten geschah und wie es im Winter im Freien erfolgt, durch die Einwirkung tiefer Temperatur gehemmt, so kommt die Stärkelösung zur Geltung. Im Winter ist unter natürlichen Verhältnissen von einer Stärkelösung nichts zu beobachten aus dem einfachen Grunde, weil keine Stärke mehr da ist, die gelöst werden könnte. Wird jedoch im Experiment durch Temperaturerhöhung Stärkeregeneration hervorgerufen und dann sekundär durch Rückversetzen in winterliche Temperaturen der Prozeß der Stärkebildung wieder gehemmt, so wird die regenerierte Stärke (wenn auch nur langsam, vgl. darüber A. Fischer) gelöst. Es ist also auch im Winter in den Ästen die Fähigkeit, Stärke zu lösen, vorhanden. Im Frühjahr erfolgt dann im Freien, aber auch im Experiment bei bloß 0° Stärkeregeneration. Besonders diese letzte, durch die Frühlingsversuche ermittelte Tatsache scheint mir darauf hinzuweisen, daß zu dieser Zeit die Fähigkeit der Stärkelösung fehlt (ebenso wie in der ersten Hälfte des Sommers), da man kaum annehmen kann, daß selbst bei 0° im Frühling der Stärkebildungsprozeß so schnell und stark verläuft, daß er gegen den entgegengesetzt verlaufenden Vorgang der Stärkelösung aufkommen könnte. (Keineswegs gegen diese Auffassung spricht die Tatsache, daß beim Frühtreiben der Stärkelösungsprozeß, durch den die Reservestärke mobilisiert wird, ungefähr gerade in dieser Zeit oder früher sich abspielt, da eben unter derartigen abnormalen Verhältnissen der ganze Vegetationsrhythmus geändert wird, ja sogar die Stärkemobilisierung in eine Zeit fällt [Winter], in der im Freien die Fähigkeit, Stärke zu lösen, wenn auch nur latent vorhanden

ist.) (Durch die eben dargelegte Annahme, daß im Vorfrühling keine Stärkelösung vor sich gehe, wird uns auch eine Möglichkeit in die Hand gegeben, die durch die Frühlingsversuche ermittelte auffallende Tatsache, daß im Frühling die untere Temperaturgrenze, bei der noch Stärke regeneriert wird, tiefer [0°] liegt als im Winter [+5° nach Fischer], ganz einfach zu erklären. Demnach wäre dieser Unterschied eigentlich bloß ein scheinbarer, indem auch im Winter bei 0° Stärke regeneriert wird, der Vorgang der Stärkeregeneration aber gegen den zu dieser Zeit noch sich abspielenden Prozeß der Stärkelösung nicht aufzukommen im stande ist und daher erst dann bei so niederer Temperatur [0°] zur Geltung kommt, wenn die Fähigkeit, Stärke zu lösen, erlischt: im Vorfrühling.)

Während ich also vom Prozeß der Stärkebildung behaupte, er könne das ganze Jahr hindurch vor sich gehen, bin ich der Meinung, im Gegensatz hierzu sei die Fähigkeit, Stärke zu lösen, nicht das ganze Jahr hindurch in den Ästen vorhanden, fehle ihnen vor allem in der ersten Sommerhälfte, wahrscheinlich aber auch in der Zeit der Frühlingsstärkeregeneration.

In zwei Phasen der Jahresperiode käme demnach den Fettbäumen die Fähigkeit zu, Stärke zu lösen: eine kurze Zeit im Frühling und die lange Zeit von Mitte August an bis tief in den Winter hinein. Demnach wäre der Prozeß der Stärkebildung, der das ganze Jahr vor sich geht oder gehen kann, kein periodischer und von der Temperatur wesentlich abhängig, indem tiefe Temperaturen für ihn als Hemmung in Betracht kommen, dagegen der Prozeß der Stärkelösung ein rein periodischer, der unabhängig von der Temperatur verläuft. (Vgl. darüber Müller-Thurgau's[1] bekannte Untersuchungen über das Süßwerden der Kartoffeln. Wenn im Herbst frisch ausgegrabene Knollen durch Temperaturerniedrigung nicht gleich zum Süßwerden gebracht werden können, sondern erst nach mindestens einmonatlichem Lagern, so kann man wohl daraus folgern, daß im Herbst die Fähigkeit, Stärke zu lösen,

[1] Müller-Thurgau, 1882, Landw. Jahrb., Bd. XI, p. 744; 1885, Bd. XV, p. 909.

noch nicht vorhanden ist und demnach auch hier der Stärkelösungsprozeß periodischen Charakters ist.)

(Anhangsweise sei hier noch erwähnt, daß durch die eben gemachten Annahmen eine bisher merkwürdigerweise wenig beachtete, aber sehr auffallende Tatsache eine ganz einfache Erklärung findet. Ich meine damit folgendes: Warum erscheint in den Fettbäumen zwischen dem winterlichen und dem Frühlingsstärkeminimum ein Stärkemaximum eingeschaltet, das doch wieder gleich rückgängig gemacht wird? Es liegt nahe, hier nach einer biologisch-teleologischen Erklärung Umschau zu halten, doch dürfte nicht leicht eine zu finden sein. Vielleicht aber kommt man auch ohne eine solche aus. Wenn, wie ich früher behauptete, das ganze Jahr hindurch den Bäumen die Fähigkeit, Stärke zu bilden, innewohnt, so wird natürlich die Folge davon sein, daß sofort, nachdem die durch tiefe Temperaturen [unter Null] geschaffene Hemmung im Frühling aufgehoben wird, die Stärkebildung [Regeneration] beginnt und zum Frühlingsstärkemaximum führt: erst durch die dann lebhaft auftretende Stärkelösung wird der Stärkebildung entgegengearbeitet, ja sogar das Stärkemaximum wieder gänzlich rückgängig gemacht. Demnach hätten alle diese Vorgänge und Zustände keinen »Zweck«, sondern wären bloß die Folge vor allem der ununterbrochenen Fähigkeit, Stärke zu bilden.)

Ist die oben vertretene Auffassung richtig, so wäre gerade durch den prinzipiellen Unterschied im Wesen der beiden Prozesse, Stärkebildung und Stärkelösung, den Bäumen die Möglichkeit geboten, stets zur rechten Zeit die nötigen Wandlungen im Stärkegehalt vor sich gehen zu lassen, oder es wäre doch wenigstens teilweise damit erklärt, wieso die beiden antagonistischen Prozesse, die sich ja in ein und derselben Zelle abspielen müssen, sich nicht fortwährend stören und in ihren Wirkungen nicht stets aufheben. Gewiß lassen sich, um dies zu erklären, auch andere Annahmen machen, besonders, daß die beiden Prozesse verschiedene Temperaturoptima, aber auch Minima und Maxima haben, und daß sich merkwürdigerweise diese Werte für jeden Prozeß im Laufe der Jahresperiode nicht unbedeutend verschieben und ändern. Wahrscheinlich

dürfte erst eine Kombination meiner früher ausgeführten Deutung mit dieser letzteren eine befriedigende Erklärung der Stärkewandlungen im Laufe der Jahresperiode geben.

(Daß alle diese Betrachtungen nur für die Fettbäume und auch da nur für den von *Tilia* repräsentierten Typus Geltung haben, braucht wohl kaum eigens bemerkt zu werden. Für die Stärkebäume, bei denen das Stärkemaximum — im Holz wenigstens — den Winter über unverändert bleibt, entfällt für die Holzstärke im Winter der Prozeß der Lösung und im Vorfrühling der der Regeneration. Aber auch für den Fettbaumtypus, wie ihn nach den Untersuchungen von L. Fabricius *Picea* vertritt, gelten ganz andere Regeln.)

Bemerkungen über die **Fettgehaltsschwankungen** im Laufe der Jahresperiode nach den Angaben früherer Autoren und den hier mitgeteilten Versuchsergebnissen lassen sich viel kürzer fassen. Nachdem A. Fischer den Eintritt des Fettmaximums bei *Tilia* im Winter beobachtet hatte, außerdem eine Verminderung des Fettgehaltes im Frühjahr gleichzeitig mit der Regeneration der Stärke (diese Verminderung überschätzte er allerdings unbedingt), war es für ihn naheliegend, sich den Prozeß der Fettbildung in Abhängigkeit von der Temperatur zu denken. 1905 wies dann Niklewski nach, daß der Prozeß der Fettbildung im Winter als ein von der Temperatur unabhängiger periodischer Vorgang aufzufassen ist; zu demselben Ergebnis gelangte ich auf Grund meiner Winterversuche. Meine Frühlingsversuche ergaben, daß im Frühling auch bei 0° eine wenn auch geringe Fettabnahme erfolgt, also bei einer Temperatur, bei welcher im Herbst die Fettgehaltzunahme erfolgt. In der ersten Hälfte des Sommers (siehe Sommerversuche) erfuhr der Fettgehalt auch bei Einwirkung winterlicher Temperatur keine Zunahme, was wohl der deutlichste Beweis dafür ist, daß der Prozeß der Fettbildung ein periodischer ist, der nicht zu jeder Zeit bei tiefer Temperatur stattfindet. (Allerdings angenommen, Fettbildung könne nur erfolgen, wenn Stärkelösung vorausgeht, so wird das oben erwähnte Argument entkräftet, indem bei Unterbleiben der Stärkelösung auch keine Fettbildung vor sich gehen kann.) In der zweiten Hälfte des Sommers und im Frühherbst erfolgt bei

winterlichen Temperaturen eine (geringe) Fettzunahme, doch ergeben die Resultate der Untersuchungen des speziellen Teiles, daß auch unter natürlichen Verhältnissen zu dieser Zeit Fettbildung vor sich geht. Schließlich zeigen die Herbstversuche, daß im Spätherbst der Fettgehalt auch bei erhöhter Temperatur zunimmt, was wiederum klar für den periodischen Charakter des Fettbildungsprozesses spricht. Demnach ergibt sich als Resultat dieser Betrachtungen, daß der Fettbildungsprozeß nicht nur für den Winter (Niklewski), sondern für die ganze Jahresperiode als ein im wesentlichen von der Temperatur unbeeinflußbarer periodischer Vorgang gelten muß.

Bevor ich die Resultate und Erwägungen des experimentellen Teiles kurz zusammenfasse, möchte ich einige Bemerkungen über den eventuellen Zusammenhang zwischen dem Prozeß der Stärkelösung und der **Ruheperiode,** respektive dem **Frühtreiben** der Bäume anführen. Es stehen sich bekanntlich in dieser Frage zwei schroffe Gegensätze gegenüber. Die erste Ansicht, als deren Begründer und Hauptvertreter Müller-Thurgau [1] gelten kann, behauptet, daß die Ruheperiode in vielen Fällen bedingt ist durch eine Art Hungerzustand, nämlich durch Zuckermangel, die zweite, welche besonders Johannsen [2] verficht, daß die Ruhe nicht durch Zuckermangel erzwungen ist, sondern aus inneren Gründen eintritt. Zu dieser Frage möchte ich bloß folgende Tatsachen kurz mitteilen. Es ist längst bekannt, daß man meist erst vom Dezember, Zeit des Stärkeminimums, durch Temperaturerhöhung mit Erfolg treiben kann. (Molisch [3] berichtet z. B. darüber wie folgt: »Schneidet man Zweige der Linde *(Tilia parvifolia)* anfangs Oktober unmittelbar nach dem herbstlichen Laubfall ab, stellt sie in ein Glas Wasser und bringt sie in ein Warmhaus, so treiben die Knospen, obwohl sie sich hier unter günstigen Wachstumsbedingungen befinden,

[1] Müller-Thurgau, Beitrag zur Erklärung der Ruheperiode der Pflanzen. Landw. Jahrb., XIV, 1885.

[2] Johannsen 1900, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. Fischer, Jena.

[3] Molisch 1909, Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Fischer, Jena.

selbst anfangs März noch nicht aus.«) Meine bei den Herbstversuchen verwendeten Lindenbäume, bei welchen kein winterliches Stärkemaximum zur Ausbildung kam, trieben, obwohl sie bis zum Frühling sich bei erhöhter Temperatur befanden, keinesfalls früher als *Tilia* im Freien aus, einige sogar bedeutend später (Anfang Juni!). Ein gleichalter Lindenbaum, der Mitte Dezember zur Zeit des Stärkeminimums ins Zimmer zu den übrigen gestellt wurde, entwickelte schon Mitte Jänner Blätter. (Erwähnt sei ferner, daß ich die großen Lindenbäume im botanischen Garten zu Palermo [die nach meinen Untersuchungen im Winter kein absolutes Stärkeminimum aufweisen] 1908 noch Ende März [also bei Temperaturen, wie sie bei uns anfangs Juni vorkommen] vollkommen kahl fand mit gänzlich unentwickelten Knospen.) Schließlich ist auch schon ziemlich lange bekannt (Wiesner 1889,[1] Howard 1906[2]), daß durch Frostwirkung die Ruheperiode abgekürzt wird.

Da unter dem Einfluß der Kälte im Winter bei den Fettbäumen in Holz und Rinde, bei den Stärkebäumen in der Rinde der Stärkegehalt gänzlich schwindet, bei erhöhter Temperatur keine Stärkelösung vor sich geht, so ist es sehr naheliegend, im Zustandekommen des Stärkeminimums einen für die Dauer der Ruheperiode wichtigen Vorgang zu erblicken. (Verzögerung des Austreibens bei Unterbleiben des Stärkeminimums!) (Vgl. Jost.[3])

Zusammenfassung der Ergebnisse des experimentellen Teiles.

1. Im Winter erfolgt:

1. bei Temperaturerhöhung { Stärkeregeneration, keine Fettlösung,

2. bei sekundärer Temperaturerniedrigung { Stärkelösung, keine Fettgehaltvermehrung.

[1] Wiesner 1889, Österr. botan. Zeitschr. 1889, Nr. 3. Zur Erklärung der wechselnden Geschwindigkeit des Vegetationsrhythmus.

[2] Howard 1906, Diss. Halle a. S., Untersuchungen über die Winterruheperiode der Pflanzen.

[3] Jost 1908, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, p. 420.

2. Im Vorfrühling erfolgt selbst bei 0°	Stärkeregeneration, geringe Fettlösung.
3. In der ersten Sommerhälfte erfolgt bei winterlichen Temperaturen	keine Stärkelösung, keine Fettgehalterhöhung.
4. In der zweiten Sommerhälfte erfolgt bei winterlichen Temperaturen	Stärkelösung, Fettgehalterhöhung.
5. Im Spätherbst erfolgt bei erhöhter Temperatur	keine Stärkelösung, geringe Fettgehaltvermehrung.

Aus diesen durch die Versuche ermittelten Tatsachen scheint sich mir folgendes zu ergeben:

1. Der Prozeß der Stärkebildung in den Ästen der Fettbäume *(Tilia)* ist **kein** periodischer; die Fähigkeit dazu ist vielmehr das ganze Jahr hindurch vorhanden. Niedere Temperaturen wirken hemmend auf den Verlauf dieses Vorganges.

2. Der Prozeß der Stärkelösung ist als ein **periodischer** aufzufassen. Die Fähigkeit dazu fehlt in der ersten Sommerhälfte (und wahrscheinlich auch zur Zeit der Frühlingsstärkeregeneration). Die Temperatur hat auf diesen Vorgang keinen wesentlichen Einfluß.

3. Der Prozeß der Fettbildung und -lösung im Verlauf des ganzen Jahres ist ein periodischer. Die Temperatur ändert nichts an seiner Verlaufsrichtung.

Spezieller Teil.

I. Tilia.

Bei A. Fischer finden sich über die Fett- und Stärkewandlungen bei *Tilia* während der ganzen Jahresperiode ziemlich ausführliche Angaben, weshalb hier von meinen Untersuchungen an Linden nur diejenigen angeführt werden, welche die Ergebnisse Fischer's ergänzen. Ein Unterschied in Stärke- und Fettgehalt und dessen Wandlungen zwischen

Tilia cordata (Winterlinde) und *Tilia platyphylla* (Sommerlinde) wurde nicht gefunden, weshalb bei den jeweiligen Angaben nicht eigens erwähnt zu werden braucht, auf welche der beiden Spezies sie sich beziehen. Auch *Tilia tomentosa* scheint sich — wenigstens so viel ich beobachtet habe — ebenso wie die beiden anderen Arten zu verhalten.

Um die Angaben übersichtlicher zu gestalten, benütze ich im speziellen Teil besonders bei *Tilia* und *Aesculus* ausnahmsweise eine Skala, und zwar bedeutet (wie bei Fabricius):

0 = ohne Stärke,
I = wenig Stärke,
II = mäßig viel Stärke,
III = viel Stärke,
IV = sehr viel Stärke,
V = strotzend voll Stärke,

beziehungsweise Fett.

Jänner.

8. Jänner 1909. Jüngere als 10 Jahre alte Äste. Stärke 0, Fett IV.

8. Jänner 1909. Ältere als 10 Jahre alte Äste. Stärke II, Fett IV bis V.

Ältere Stammteile sind demnach auch bei lang andauernder Kälte nicht stärkefrei; am meisten Stärke in den verbreiterten Rindenmarkstrahlen (und zwar in deren Mitte), ferner in den grünen Zellschichten der primären Rinde; bedeutend weniger im Holz. Fischer scheint dies nicht beobachtet zu haben.

17. Jänner 1909. Stärke 0, Fett II, in der Cambiumzone IV.

Bei solchen ausnahmsweise fettarmen Ästen tritt der fast stets besonders große Fettreichtum der Cambiumzone deutlich hervor.

19. Jänner 1909. Zweijähriger Ast. Stärke 0, Fett II, Cambiumzone IV.

31. Jänner 1909. Einjähriger Ast; Stärke 0, Fett IV.

Februar.

14. Februar 1909. Zirka 20jähriger Stamm. Fett V. Rindenmarkstrahlen Stärke II, Holz Stärke I.

März.

3. März 1908. Fett V, Stärke 0.
25. März 1908. Stärke II bis III, Fett IV.
28. März 1908. Ebenso.

April.

17. April 1908. Holz Fett IV, Rinde Stärke III.
20. April 1908. Holz Fett III, Rinde Fett I.
25. April 1908. Fett III, Stärke IV.
28. April 1908. Fett in den Rindenmarkstrahlen I, sonst IV.

Mai.

12. Mai 1908. Fett III bis IV, im Mark IV.
20. Mai 1908. Zweijähriger Ast, Fett und Stärke III.
26. Mai 1908. Fett II bis III.

Juni.

5. Juni 1908. Fett IV, im Mark V!
27. Juni 1908. Zweijähriger Teil eines Astes, Fett III bis IV, Stärke II bis III.
Zehnjähriger Teil desselben Astes; gleiches Verhältnis zwischen Stärke und Fett, nur etwas mehr von beiden.

Juli.

4. Juli 1908. Fett III, Rinde Stärke IV.
11. Juli 1908. Fett und Stärke III.
26. Juli 1908. Rinde Stärke IV, Fett II bis I; Holz Stärke und Fett II.

August.

7. August 1908. Fett IV!
10. August 1908. Fett IV!
22. August 1908. *Tilia*-Äste aus Bozen Fett III bis IV.
Also nicht etwa nur in Salzburg in Lindenästen im Sommer viel Fett.
28. August 1908. Fett III, im Mark IV.

September.

6. September 1908. Fett III, Stärke IV bis V.
8. September 1908. Fett III, Stärke V.
10. September 1908. Fett II!
10. September 1908. Fett IV!
26. September 1908. Fett III, Stärke V.

Oktober.

11. Oktober 1908. Fett III, Stärke II bis III.
17. Oktober 1908. 3-, 4-, 5-, 7-, 8-, 12jähriger Teil ein und desselben Astes; alle zeigen so ziemlich die gleichen Reservestoffverhältnisse, Fett III, Stärke II.
24. Oktober 1908. Stärke III, Fett I, in der Cambiumzone III.
26. Oktober 1908. Fett IV.

November.

7. November 1908. Fett V, Stärke I.
12. November 1908. Fett III, Rindenmarkstrahlen Stärke III, sonst I bis II.
25. November 1908. Fett IV, Stärke I bis 0.

Dezember.

5. Dezember 1908. Fett V, Stärke 0, nur in den Rindenmarkstrahlen 0 bis I.
15. Dezember 1908. Fett IV, Rinde Stärke II, sonst 0 bis I.
29. Dezember 1908. Fett III, Stärke 0.

Schon aus dieser kurzen Auswahl von Daten sind deutlich zwei wichtige Tatsachen zu ersehen:

1. Auch im Sommer ist oft sehr viel Fett vorhanden.

2. Der Fettgehalt ist großen individuellen Schwankungen unterworfen.

Ad 1. Es kann gar nicht die Rede davon sein, daß im Sommer der Fettgehalt regelmäßig ein minimaler sei oder daß gar etwa, wie A. Fischer behauptet, in jungen Ästen wenigstens das Fett im Frühling vollständig in Stärke zurückverwandelt wird. Für alte Stämme (25jährige) gibt Fischer

selbst an, daß in diesen auch im Sommer reichlich Fett vorhanden sei; ich konnte nun dasselbe auch für junge Äste, selbst für einjährige (siehe weiter unten) für alle Zeiten des Sommers wiederholt nachweisen. Daß andrerseits ebenso oft in allen Sommermonaten *Tilia*-Äste mit mehr oder weniger geringem Fettgehalt zur Beobachtung kamen (niemals übrigens solche, denen Fett vollständig fehlte), ändert an der eben erwähnten Tatsache gar nichts; wahrscheinlich wird der Fettgehalt der im Sommer fettarmen Äste auch im Winter kein sehr bedeutender gewesen sein.

Ad 2. Der Fettgehalt der Äste verschiedener Bäume ist besonders im Sommer (aber auch im Winter) sehr verschieden, so daß sich zu jeder Zeit des Sommers die beiden Extreme beobachten lassen: Lindenäste mit sehr viel Fett und Lindenäste mit sehr wenig Fett. Während in reservestoffreichen Bäumen im Frühling nur ein geringer Teil der vorhandenen Fettmengen mobilisiert wird (ungefähr soviel, um wieviel im Herbst zur Zeit der Stärkelösung der Fettgehalt zugenommen hat), der Hauptteil jedoch unverändert für Zeiten der Not gespeichert bleibt, wird in reservestoffarmen Bäumen im Frühling fast der gesamte Fettgehalt mobilisiert. Woher aber kommt bei reservestoffreichen Bäumen der Fettgehaltüberschuß und wann wird er gebildet? Darüber lassen sich wegen der großen individuellen Schwankungen im Fettgehalt mehrjähriger Äste nur Vermutungen äußern. Nachstehende Untersuchungen einjähriger Zweige und von Keimlingen scheinen dafür zu sprechen, daß bereits während des Sommers die Vermehrung des Fettgehaltes einsetzt.

Der Fettgehalt einjähriger Zweige von Tilia.

23. April 1909. Ein vier Wochen alter heuriger grüner Trieb, der an einem im Zimmer (Temperaturminimum +15° C.) stehenden Lindenbaum zur Ausbildung kam.

Fett: In den peripheren Rindenteilen ziemlich große Fetttropfen; auch der Weichbast erscheint mäßig fettreich, doch sind hier die Fetttropfen sehr klein. Das Holz ist fast völlig stärke- und fettfrei, nur die Zellen der Markkrone sind relativ fettreich. Auch im Mark ist Fett vorhanden. Diese Angaben

gelten nicht bloß für die ältesten Teile der heurigen Triebe, die unmittelbar an den vorigjährigen Astteil grenzen, sondern ebenso für die allerjüngsten ganz dünnen Teile, ja selbst für Blattstiele und Blattnerven.

Stärke: ist überall dort vorhanden, wo sich Fett beobachten läßt, jedoch ziemlich bis sehr wenig, fast gar keine im Weichbast. In mit Jod gefärbten Querschnitten fallen drei Stärkeringe auf, in denen sich also relativ am meisten Stärke findet:

1. einer unterhalb der Epidermis, 2. einer unmittelbar außerhalb des Bastes, 3. einer in der Markkrone.

28. Mai 1909. Rinde und Holzmarkstrahlen Fett II bis III, Mark III.

27. Juni 1909. Rindenmarkstrahlen Fett III, Stärke II, übrige Rinde Fett II, Markkrone und Mark Fett III bis IV, Stärke II.

10. August 1908. Der Fettgehalt der einjährigen Zweige hat gegenüber dem Frühling bedeutend zugenommen, auch im Holz schon Fett IV!

28. November 1908. Fett IV. Daß der Fettgehalt im November und dann später im Winter bedeutend ist, braucht hier wohl nicht erwähnt zu werden.

Aus diesen Beobachtungen glaube ich schließen zu können, daß der Prozeß der Fettbildung nicht im Spätherbst einsetzt, sondern den ganzen Sommer gleichzeitig mit der Stärkebildung vor sich geht; demnach werden im ganzen Sommer die Assimilationsprodukte bei *Tilia* nicht allein in Form von Stärke als Reservestoff im Stamm deponiert, sondern gleich auch ein Teil in Form von Fett. Dafür spricht unter anderem besonders die Tatsache, daß in einjährigen Ästen der Fettgehalt im Verlauf des Sommers stetig zunimmt.

Das gleiche scheint mir aus den Befunden an *Tilia*-**Keimlingen** hervorzugehen.

5. Juni 1909. *Tilia*-Keimlinge nur mit den beiden Keimblättern (Assimilationsorgane). Ziemlich zahlreiche Fetttropfen im Rindenparenchym (besonders unmittelbar unter der Epidermis), ferner im Weichbast und in der Markscheide.

Stärke 0. Der Keimblattstiel enthält Fett 0, dagegen in der an das Phloem grenzenden Stärkescheide Stärke III.

6. Juni 1909. *Tilia*-Keimlinge, außer den beiden Keimblättern mit einem wohl ausgebildeten Laubblatt, also etwas älteres Entwicklungsstadium.

Entschieden fettreicher als die eben beschriebenen jüngeren Stadien. Stärke 0, nur im Phloem 0 bis I.

Auch hier halte ich das vorhandene Fett für entstanden aus den in den jungen Stamm eingeleiteten, frisch assimilierten Baustoffen und nicht aus dem Samenendosperm entnommenen Reservestoffen. (Dafür spricht, daß die Frucht, nachdem einmal die Keimblätter zur Entwicklung gekommen sind, mit dem Keimling gar nicht mehr in Verbindung steht und daß, je älter die Keimlinge sind, je länger sie also bereits assimilieren, desto mehr Fett sich in denselben vorfindet.)

Auffallend ist, daß in den Keimlingen die frischen Assimilate zuerst in Form von Fett im jungen Stamm deponiert werden und nicht oder erst in zweiter Linie (weil weniger) in Form von Stärke. (Leider konnten die Verhältnisse an Keimlingen wegen Abschlusses der Arbeit nicht bis in den Sommer, respektive Herbst hinein verfolgt werden.)

Als Hauptergebnis dieser Untersuchung an **einjährigen** Ästen und **Keimlingen** ist anzuführen: Der Fettbildungsprozeß setzt bereits im Frühling ein und geht (bei einjährigen Ästen wenigstens) den ganzen Sommer über vor sich, beginnt also nicht erst im Spätherbst zur Zeit der Stärkelösung.

Zum Schluß seien noch angeführt die nicht uninteressanten Ergebnisse der Untersuchungen an *Tilia*-**Wurzeln**, besonders in der Winterperiode.

(Leider war es mir gerade im Winter nicht möglich, Wurzeln aus größeren Tiefen zu bekommen und beziehen sich daher alle folgenden Angaben auf junge, meist nicht über 5 Jahre alte Wurzeln aus sehr geringen Bodentiefen.)

30. Jänner 1908. Stärke III, Fett I.

2. Februar 1908. Stärke IV, Fett 0 bis I.

3. März 1908. Stärke IV, Fett II bis III.

5. Februar 1908. Elfjährige Wurzel Stärke V, Rinde Fett 0 bis I, Holz Fett II.

26. März 1908. Freiliegende Wurzel Fett IV bis V, Stärke II.

13. Mai 1908. Stärke III, Fett II.

21. Mai 1908. Stärke III, Fett III.

4. Juli 1908. Stärke IV, Fett II.

3. Oktober 1908. Stärke V, Fett in der Rinde 0, im Holz 0 bis I.

28. November 1908. Freiliegende Wurzel: Rinde Stärke 0 bis I, Fett IV, Holz Stärke III, Fett III.

15. Dezember 1908. Fett und Stärke III.

Es seien noch einige mit *Tilia*-Wurzeln angestellte Versuche angeführt:

1. *Tilia*-Wurzel vom 28. November bis 11. Dezember im Kühlapparat »Frigo« bei —15° bis +2° C. Keine merkliche Stärkeabnahme und Fettzunahme.

2. *Tilia*-Wurzel von 4. März bis zum 20. März bei —4°. Keine Stärkeabnahme, keine Fettzunahme.

3. *Tilia*-Wurzel, ausgegraben vom 16. Dezember bis 8. Jänner 1909 im Freien (bei bis zu —10° C.). Keine merkliche Stärkeabnahme oder Fettzunahme.

4. *Tilia*-Wurzel vom 4. Dezember bis 28. Dezember, ausgegraben im Freien. Geringe Fettzunahme, Stärkeabnahme nur im Holz deutlich.

Schon aus dieser kurzen Auswahl der untersuchten Fälle geht deutlich hervor, daß die Lindenwurzeln im Winter sehr stärkereich sind und bedeutend weniger Fett enthalten als die Äste. Dieses Verhältnis der beiden Reservestoffe bleibt in den Wurzeln das ganze Jahr über ziemlich gleich bestehen, höchstens daß im Frühherbst der Stärkereichtum noch größer ist als im Winter. Ferner ist hervorzuheben, daß freiliegende Wurzeln (die sich gewiß schon jahrelang in dieser unnatürlichen Lage befinden, wie ich solche an einem abgegrabenen Weg auf dem Leopoldsberg bei Wien fand) im Winter stets viel fettreicher und stärkeärmer als in der Erde befindliche sich erweisen. Der Fettreichtum erreicht bei diesen oft dieselbe Höhe wie in den oberirdischen Stämmen und die

Stärke kommt besonders in der Rinde stark zum Schwinden. Dagegen konnte bei ausgegrabenen Wurzeln, die winterlichen Temperaturen im Freien ausgesetzt wurden, keine oder nur sehr geringe Stärkelösung (Fettzunahme) erzielt werden. Ob dies daran liegt, daß zu tiefe Temperaturen zur Anwendung kamen (meist unter 0°), bei denen keine Stärkelösung mehr möglich ist, bleibt unentschieden.

Eine ganz andere Frage ist es, warum überhaupt in den Wurzeln im Gegensatz zu den Ästen im Winter keine wesentliche Stärkelösung vor sich geht. Dafür kann man etwa folgende Gründe angeben: 1. Der Temperaturunterschied im Boden und in der Luft. (Bei den sehr geringen Bodentiefen, aus denen die Wurzeln entnommen wurden [1 bis 2 *dm*] kann allerdings der Unterschied nicht allzu groß sein.)

2. Unterschied im Wasserbedarf (Transpirationsverlust) von Wurzel und Ast. Vgl. darüber die Schlußbemerkungen über die biologische Bedeutung der Fettbildung.

3. Nach Erwägungen G. Haberlandt's[1] wäre es auch möglich, daß in »unterirdischen Speicherorganen« wegen Mangel an Sauerstoff die Fettbildung unterbleibt. Warum aber die Stärkelösung nicht vor sich geht, läßt sich dadurch wohl schwer erklären.

Hauptergebnisse der Untersuchungen an *Tilia*-Wurzel:

1. In *Tilia*-Wurzeln erfolgt im Winter keine Stärkelösung und keine Fettgehalterhöhung (in der Erde).

2. In freiliegenden Wurzeln ist im Winter ungefähr ebensoviel Fett vorhanden als in den Ästen; der Stärkegehalt ist gering.

II. Betula.

Über die Reservestoffwandlungen von *Betula* kann ich mich viel kürzer fassen, da sie, wie ich hier gleich betonen will, im allgemeinen vollkommen ebenso verlaufen wie bei *Tilia*. Hervorzuheben wäre bloß folgendes:

1. Bei *Betula* im Gegensatz zu *Tilia* ist im Winter auch in jüngeren Ästen (besonders in den Holzmarkstrahlen) mehr

[1] G. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanat., III. Aufl., 1904, p. 375.

oder weniger viel Stärke vorhanden. Also Stärkelösung keine vollständige.

2. Der Fettgehalt wächst bei *Betula* wohl niemals zu solchen Mengen an, wie sie bei *Tilia* im Winter oft vorkommen. Also *Betula* fettärmer als *Tilia*.

3. Ebenso wie bei *Tilia* ist auch bei *Betula* im Winter der Stärkegehalt viel größer und der Fettgehalt geringer in den Wurzeln als im Stamm.

Einige spezielle Angaben sollen das Gesagte illustrieren:

19. Jänner 1908. Vierjähriger Astteil, Rinde Stärke 0 bis I, Fett II; Holz Stärke II bis III, Fett III.

26. Mai 1908. Fett II, im Mark III.

10. August 1908. Fett III!!

8. September 1908. Holz Fett III, Rinde Fett I.

17. Oktober 1908. Holz Fett III, Rinde II bis I.

12. Dezember 1908. { 1. Ast Fett IV, Stärke I.
2. Wurzel Fett I, Stärke IV.

III. Populus.

A. Fischer sagt auf p. 93 seiner oft genannten Arbeit: »Zu den Fettbäumen würden bei genauerer Untersuchung noch *Alnus*, *Populus*-Arten und *Robinia* kommen.«

Nach meinen Untersuchungen steht besonders *Populus tremula* im Winter an Fettgehalt keinesfalls *Tilia* nach, vielmehr wurden bei dieser Pappelart oft in jüngeren Zweigen so große Fettmassen gefunden, wie sie bei *Tilia* gewöhnlich nur in älteren Stämmen auftreten. Dem winterlichen Fettgehalt nach reiht sich an *Populus tremula Populus alba,* bei welcher im Winter besonders im Holz sehr viel Fett gefunden wurde, zuletzt *Populus nigra,* die sich wiederholt auch im Winter als ziemlich fettarm erwies. Eine weitere *Populus*-Art untersuchte Karl Schmidt,[1] nämlich *Populus balsamifera,* für die er im Winter keine Stärke, trotzdem aber nur sehr wenig Fett angibt. Leider sagt der Verfasser nichts über eventuelles Vorkommen von Reservezellulose bei dieser *Populus*-Art; bei den von mir

[1] Karl Schmidt 1909. Botan. Zeitg., 67. Jahrg., IV, 10. Über Stärke- und Fettbäume.

untersuchten Arten konnte ich meist typische Reservezellulose im Holzparenchym finden (vgl. Leclerc 1904,[1] Schellenberg 1905[2]).

Da ich es für möglich halte, daß Fett und Reservezellulose sich vertreten können (siehe Schlußbetrachtungen), wäre es mir interessant zu wissen, ob bei *Populus balsamifera* vielleicht (anstatt Fett) besonders reichlich Reservezellulose gebildet wird. Die Angabe von Suroz,[3] daß bei *Populus* nach Erreichung des Ölmaximums eine Ölwanderung in die dickeren Stammteile erfolgt bis zum völligen Schwinden des Öles in den dünneren Zweigen, konnte ich nicht bestätigt finden, indem ich stets beobachtete, daß bei *Populus* auch junge Äste im Winter reichlich Fett enthalten. (Als anatomische Merkwürdigkeit sei erwähnt, daß in den häufig vorkommenden Thyllen [Molisch 1888[4]] besonders im Winter viel Fett enthalten ist; oft sind dieselben ganz mit Fetttropfen erfüllt. [Vgl. auch meine Angaben über Fettgehalt der Thyllen bei *Aesculus* und *Loranthus*.] Bisher scheinen in den Thyllen als Reservestoffe nur Kohlehydrate gefunden worden zu sein [Molisch 1888 und H. v. Alten 1909[5]]; übrigens ist das Vorkommen von Fett in den Thyllen gar nicht auffallend, sondern bloß die Folge des Fettgehaltes der Holzparenchymzellen, von denen die Thyllen ja bloß eine Ausstülpung, also einen Teil darstellen.)

Im allgemeinen verhalten sich die von mir untersuchten *Populus*-Arten, besonders *Populus tremula*, genau so wie *Tilia*.

Im Winter: Stärkeminimum, und zwar gänzliches Fehlen der Stärke oder bloß minimale Reste in der Rinde vorhanden, Fettmaximum. Im Frühling: Fettgehaltverminderung, Stärke-

---

[1] Leclerc 1904, Rev. gén. de bot., Bd. XVI, p. 341.

[2] Schellenberg 1905, Ber. bot. Ges., Bd. XXIII, p. 36, Über Hemizellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen.

[3] Suroz J., Öl als Reservestoff der Bäume, Bot. Zentralbl., Beih. 1891, p. 342.

[4] Molisch, »Zur Kenntnis der Thyllen.« Akad. Sitzungsberichte, Bd. XCVII, I. Abt., 1888.

[5] H. v. Alten, Kritische Bemerkungen und neue Ansichten über Thyllen, Botan. Zeitg., 67. Jahrg., I. Abt., Heft 1, 1909.

regeneration. Im Sommer: mehr oder weniger viel Fett vorhanden. Im Herbst: Stärkemaximum; im Spätherbst: Stärkelösung, Fettgehaltzunahme. Im Winter kann wie bei *Tilia* durch Temperaturerhöhung jederzeit Stärkeregeneration erzielt werden.

25. Jänner 1908. *Populus alba:* Fett IV, in Holzmarkstrahlen und Markkrone V.

17. Februar 1908. *P. tremula:* Fett V. In der Rinde Stärkereste.

28. Februar 1909. *P. alba:* 20jähriger Ast, Rinde Fett IV. Holz und Cambiumzone Fett V. Thyllen mit Fett dicht erfüllt.

2. März 1909. *P. nigra:* sehr wenig Fett.

10. Mai 1909. *P. tremula:* Fett III.

10. August 1909. Ebenso.

17. Oktober 1909. *P. tremula:* Stärke IV bis V, Fett II bis III.

5. Dezember und 11. Dezember 1909. *P. tremula*: Fett V.

Es sei noch eigens erwähnt, daß *Populus tremula* (und *alba*) infolge des großen winterlichen Fettgehaltes und des vollständigen (oder fast vollständigen) Fehlens der Stärke im Winter als Fettbaum im Sinne Fischer's *Tilia* viel näher steht als *Betula* (geringerer Fettgehalt, Vorhandensein von Stärke im Winter), die bisher gewöhnlich bei Aufzählung der Fettbäume nach *Tilia* an zweiter Stelle genannt wurde.

IV. Fagus.

Jonescu[1] gibt an, in der zweiten Hälfte des Mai bei *Fagus silvatica* im Holz viel Fett gefunden zu haben, während im März und April nur Stärke gespeichert gewesen sei. Dabei gehört *Fagus* zu den typischen Stärkebäumen im Sinne Fischer's, da der Stärkegehalt des Holzes im Winter eine kaum merkliche Verminderung erfährt und der winterliche Fettgehalt sehr gering ist. Durch diese auffallenden Angaben Jonescu's sah ich mich veranlaßt, besonders im Frühling den Fettgehalt von *Fagus* genau zu untersuchen.

2. März 1908. Rinde Fett I. Holz Fett 0 bis I. Cambiumzone Fett II bis III.

[1] Jonescu, Ber. botan. Ges., Bd. XII, 1894.

20. März 1908. Holz und Rinde Fett II.

24. März 1908. Fett III. Zahlreiche zu dieser Zeit untersuchte Äste zeigen, daß Ende März entschieden das (natürlich nur relative) Fettmaximum bei *Fagus* erreicht wird. Die ganze Rinde, besonders aber die primäre Rinde, die Cambiumzone und die Rindenmarkstrahlen sind für *Fagus* wenigstens recht fettreich. Auch das Holz ist relativ fettreich, besonders in den Markstrahlen.

8. Mai 1908. Fett I.

15. Mai 1908. Fett I.

28. Mai 1908. Fett I, in der primären Rinde II.

5. Juni 1908. Fett I, im Holz fast 0.

1. Juli 1908. Fett fast 0.

24. November 1908. Rinde Fett I, Holz Fett I bis II.

29. Dezember 1908. Rinde Fett II, im Holz 0 bis I.

Ergebnis:

1. Im Winter nicht mehr Fett vorhanden als im Sommer.

2. Relatives Fettmaximum Ende März (nach Jonescu im Mai).

3. Fettgehalt von *Fagus* selbst zur Zeit des Fettmaximums im Vergleich zu dem von *Tilia* oder *Populus* sehr gering.

Auf Grund der letzten Tatsache möchte ich der Beobachtung eines Fettmaximums im Frühling bei *Fagus* keine allzugroße Bedeutung beimessen, da die hier klargelegten Verhältnisse mit den gewaltigen Reservestoffwandlungen bei *Tilia* im Winter wohl überhaupt gar nicht verglichen werden können. Trotzdem ist die Tatsache des wenn auch nur relativen Fettmaximums im Frühling sehr merkwürdig und entbehrt vorläufig jeder Erklärung.

Was die Differenzen zwischen den Angaben von Jonescu und den meinen betrifft (Jonescu findet das Fettmaximum im Mai und im März kein [= wohl sehr wenig] Fett, ich finde das Fettmaximum im März und wenig Fett im Mai), so wären dieselben sehr interessant, wenn man daraus schließen könnte, daß *Fagus* (mein Material stammt aus Salzburg) an verschiedenen Standorten zu verschiedenen Zeiten sein Fettmaximum erreiche.

V. Robinia.

Wie für *Populus* gibt A. Fischer auch für *Robinia* an, daß sie nach genauerer Untersuchung zu den Fettbäumen zu rechnen sein dürfte; während ich diese Vermutung Fischer's für *Populus* vollauf bestätigen konnte, kann ich den Ergebnissen meiner Fettgehaltprüfung nach *Robinia pseudacacia* keinesfalls zu den Fettbäumen stellen. Es sei auch erwähnt, daß Karl Schmidt 1909 für *Robinia viscosa* im Winter ziemlich viel Stärke angibt.

17. Dezember 1908. Rinde mäßig viel Fett; sehr fettreich nur die Cambiumzone. Stärke I bis 0. Holz: Stärke IV, Fett fast 0.

26. Dezember 1908. Ebenso (etwas mehr Fett).

31. Dezember 1907. Rindenmarkstrahlen und Cambiumzone Fett III. Rinde Stärke fast 0. Holz: Fett 0 bis I, Stärke IV.

5. Jänner 1909. Rinde Fett II. Cambiumzone Fett III. Holzmarkstrahlen Fett fast 0, Stärke IV.

23. Februar 1909. Zirka 15jähriger Stamm. Rinde Fett III. Rindenmarkstrahlen Fett IV bis V. Rinde Stärke fast 0. Holz: Stärke IV, Fett I.

29. Mai 1908. Rinde Fett III bis IV!!, Stärke I.

Entschieden mehr Fett als in gleich alten Ästen im Winter. Auch im Holz etwas mehr Fett als im Winter, aber immer noch wenig.

Leider fehlen mir die Untersuchungen im Sommer und Herbst.

Robinia Wurzel, 18. Dezember 1908. Rinde fettärmer als im Stamm; fettarm; stärkereich. Holz massenhaft Stärke, wenig Fett.

Also auch hier wie bei *Populus*, *Tilia* und *Betula* die Wurzel im Winter stärkereicher und fettärmer (wenigstens in der Rinde) als der Stamm. (Vergl. Angaben von Fabricius über den Stärkegehalt der *Picea*-Wurzel im Winter.)

Demnach ist *Robinia* sicher **nicht** zu den Fettbäumen zu zählen (weil im Winter im Holz der Stärkegehalt kaum vermindert wird, jedenfalls aber im Holz nur sehr wenig Fett vorhanden ist).

(Was meine auffallende Beobachtung eines relativen Fettmaximums bei *Robinia* Ende Mai betrifft, so kann daraus, da leider Untersuchungen im Sommer fehlen, vorläufig noch kaum gefolgert werden, daß sich *Robinia* dem Typus *Picea* (Fabricius) mit dem Fettmaximum im Hochsommer nähert; jedenfalls sind darüber weitere Untersuchungen erwünscht.)

VI. Koniferen.

Nach A. Fischer ist *Pinus silvestris* ein typischer Fettbaum wie *Tilia*. Diese Angabe konnte ich bestätigen mit der einen Einschränkung, daß auch im Sommer in *Pinus silvestris* reichlich Fett vorhanden ist (übrigens ebenso wie bei *Tilia*, nur war der Fettreichtum von *Tilia* im Sommer nicht bekannt). Die übrigen Koniferen (*Picea*, *Larix*, *Juniperus*, *Taxus*, *Thuja*) nehmen nach Fischer eine Mittelstellung ein, indem bei ihnen im Winter das Holz nicht vollständig entstärkt gefunden wird. Wie schon oft erwähnt, hat 1905 Fabricius eine höchst ausführliche und genaue Arbeit über den Fett- und Stärkegehalt der Fichte publiziert. Er fand für *Picea* im Holz im **Sommer** eine völlige Stärkelösung, also ein Stärkeminimum und die »völlige Umwandlung der Holzstärke in Fett während der heißen Jahreszeit«; ferner, daß im Holz im September und Oktober das Fett zum größten Teil in Stärke zurückverwandelt wird, daß demnach im Winter reichlich Stärke vorhanden ist. Diese Angaben von Fabricius fand ich vollkommen bestätigt, ganz besonders konnte ich wiederholt im Sommer bei *Picea* großen Fettreichtum im Holz und auffallende Stärkearmut oder gänzliches Fehlen der Stärke beobachten.

(Nur den Stärkereichtum und die Fettarmut in der Rinde bei *Picea* im August konnte ich nicht stets beobachten, vielmehr wiederholt das umgekehrte Verhältnis sehr typisch, z. B. am 12. August 1908.)

Spezielle Daten über meine Untersuchungen von *Picea* zu geben, halte ich bei der großen Ausführlichkeit der Arbeit von Fabricius für überflüssig.

Für *Abies* konnte ich für den Sommer wenigstens die Reservestoffverhältnisse mit der nötigen Genauigkeit feststellen.

Abies.

27. Juni 1908. Rinde und Holzmarkstrahlen viel Fett und Stärke.

6. August 1908. Rinde: Fett V!, Stärke 0 oder fast 0! Holzmarkstrahlen: Fett IV, Stärke 0 oder fast 0.

12. August 1908. Rinde: Stärke 0, Fett IV. Holz: Stärke 0 bis I, Fett IV.

Im Vergleich zu *Picea* enthält *Abies* also im August in der Rinde sehr viel Fett und (fast) keine Stärke, während nach Fabricius *Picea* im August in der Rinde wenig Fett und viel Stärke vorkommt (was ich übrigens nicht immer bestätigen konnte, vielmehr oft das gleiche Verhältnis wie bei *Abies*). Für das Holz (Markstrahlen) dagegen gilt für *Picea* und *Abies* ganz das gleiche im Sommer, nämlich: großer Fettreichtum und auffallende Stärkearmut. Für den Winter fehlen mir für *Abies* genaue Untersuchungen; auch die übrigen Koniferen konnte ich nur gelegentlich auf ihren Reservestoffgehalt hin prüfen und möchte ich daher bloß erwähnen, daß ich bei *Larix* und *Taxus* wiederholt im Frühling und Sommer große Fettmengen und wenig bis sehr wenig Stärke nachweisen konnte.

Wichtigstes Ergebnis meiner Untersuchungen an Koniferen.

1. Bestätigung der Angaben von Fabricius über *Picea* im wesentlichen wenigstens.

2. Nachweis, daß sich auch **Abies** im Sommer wie *Picea* verhält (Fettreichtum, Stärkearmut [Fehlen]).

VII. Ginkgo biloba.

Daß ich von *Ginkgo* kein Material von am natürlichen Standort wachsenden Bäumen verwenden konnte, brauchte ich wohl kaum anzuführen. Ausdrücklich möchte ich jedoch betonen, daß die untersuchten Äste (es konnten aus naheliegenden Gründen selten ältere als fünfjährige benutzt werden) äußerst kräftigen, jährlich blühenden, respektive fruchtenden Bäumen entstammen.

19. Jänner 1909. Rinde: stärkereich; am meisten Stärke in den peripheren Zellschichten der primären Rinde und in den Rindenmarkstrahlen. Sehr wenig Fett, am meisten noch in den Markstrahlenzellen, die unmittelbar an die Cambiumzone angrenzen. Holz: Markstrahlen sehr fettreich; wenig bis sehr wenig Stärke.

30. Jänner 1909. Rinde: Stärke IV, Fett fast 0. Holz: Fett III bis IV, Stärke II.

4. Februar 1909. Rinde: Stärke IV, Fett I bis 0. Holz: Stärke I bis II, Fett III.

20. Februar 1908. Rinde: Stärke III, Fett fast 0, nur in den an die Cambiumzone grenzenden Markstrahlenzellen III. Holz: Fett IV, Stärke fast 0.

10. März 1908. Kurztrieb. Rinde: Stärke IV. Fett II. Holz: Fett III, Stärke II bis I.

30. März 1908. Rinde: Stärke III bis IV, Fett III. Holz: Fett IV, Stärke I bis 0.

25. April 1909. Vor dem Austreiben. Rinde: Stärke IV, Fett III. Holz: Stärke III, Fett IV. In der Rinde und im Holz bedeutende Stärkazunahme gegenüber dem 30. März.

8. Mai 1909. Nach dem Austreiben; blühend. Sehr reservestoffarm. Rinde: Stärke II, Fett II. Holz, Fett II, Stärke I.

1. Juni 1909. Noch stärke- und fettärmer. Rinde: Fett kaum I.

Leider fehlte mir im Sommer das Untersuchungsmaterial. Schon die Angaben über den Reservestoffgehalt im Winter ergaben merkwürdige Resultate:

1. Vorhandensein von (ziemlich bis recht) viel Stärke in der Rinde im Winter im Gegensatz nicht bloß zu den Fettbäumen Typus *Tilia*, sondern auch zu den Stärkebäumen.

2. Fehlen (fast völliges) oder Armut von Fett in der Rinde im Winter.

3. Fettreichtum des Holzes im Winter im Gegensatz zu den Stärkebäumen.

4. Stärkearmut (oder fast völliges Fehlen) der Stärke im Holz im Gegensatz zu Stärkebäumen.

Man sieht demnach schon an *Ginkgo biloba,* daß mit den von A. Fischer aufgestellten zwei Typen der Stärke- und Fettbäume nicht auszukommen ist, daß diese vielmehr nur einen Teil der wahrscheinlich ziemlich zahlreichen Typen repräsentieren.

VIII. Aesculus.

Über den Fettgehalt von *Aesculus* und dessen Wandlungen im Laufe der Jahresperiode haben weder A. Fischer noch Karl Schmidt (1909) irgendwelche Angaben gemacht; daher dürfte es nötig sein, eine etwas größere Zahl von Daten über meine ziemlich eingehenden Untersuchungen darüber (angelegt wurden über 60 Dauerpräparate) zu geben.

Jänner.

4. Jänner. Rinde: Stärke 0, Fett fast 0, nur Markstrahlen und Cambiumzone II. Holz: Stärke III, Fett III. Markscheide Fett IV, Stärke II.

Februar.

15. Februar. Rinde: Stärke 0, Fett I bis 0. Holz: Fett II, Stärke III.

März.

8. März. Rinde: Stärke I, Fett I. Holz: Stärke IV, Fett IV.

24. bis 30. März. Rinde: Stärke III, Fett III. Holz: Stärke III, Fett IV.

April.

16. April. Rinde: Fett I, Stärke III. Holz: Fett III, Stärke III.

21. April. Rinde: Fett II. Holz: Fett III.

29. April. Holz und Rinde: Fett III.

Mai.

20. Mai. Holz: Stärke und Fett IV.

22. Mai. Rinde: Fett I. Holz: Fett IV, Stärke I.

29. Mai. Holz: Fett IV!, Stärke II.

Juni.

5. Juni. Rinde: Fett III, Stärke I. Holz: Fett IV!, Stärke I.

16. Juni. Holz: Fett IV, Stärke I bis II.

27. Juni. Einjähriger Trieb. Stärke IV. Rinde: Fett II. Holz: Fett III!!

27. Juni. 10jähriger Ast. Stärke III, Fett IV.

Juli.

1. Juli. Holz: Stärke und Fett IV.

10. Juli. Rinde: Fett I, Stärke III. Holz: Fett III, Stärke III.

26. Juli. Holz: Fett IV!, Stärke II.

August.

13. August. Rinde und Holz: Stärke und Fett III.

September.

3., 8. September. Fett III, Stärke V.

Oktober.

10. Oktober. Fett III, Stärke IV.

25. Oktober. Rinde: Fett II, Stärke I. Holz: Fett IV, Stärke II.

November.

16. November. Fett IV, Stärke III.

Dezember.

5. Dezember. Rinde: Fett III, Stärke I bis 0. Holz: Fett IV, Stärke III.

30. Dezember. Rinde: Fett I, Stärke 0. Holz: Fett III, Stärke III.

Aus diesen Angaben geht deutlich hervor, daß sich auch *Aesculus* ebenso wie *Picea* und *Ginkgo* keineswegs in die von A. Fischer aufgestellten beiden Typen der Stärke- und Fettbäume einreihen läßt. Im Winter allerdings scheint sich *Aesculus* dem Fettbaumtypus Fischer's zu nähern, und zwar durch das Fehlen der Stärke in der Rinde und den reichen Fettgehalt im Holz, doch kommt im Gegensatz zu *Tilia* im Holz auch im Winter reichlich Stärke vor und in der Rinde relativ wenig Fett. Im Sommer ist *Aesculus* ausgezeichnet durch großen Fettgehalt im Holz (mindestens ebensoviel Fett als im

Winter!). Dadurch scheint sich *Aesculus* dem Typus *Picea* zu nähern, ist jedoch von ihm unterschieden durch den reichlichen Stärkegehalt im Sommer. Um eine kurze Darstellung des Reservestoffgehaltes zu geben:

Aesculus.

1. Winter. Rinde: Stärke 0, Fett I bis II (Reservezellulose nach Schellenberg). Holz: Stärke III, Fett III bis IV.

2. Sommer: Rinde: Stärke III, Fett II bis III. Holz: Stärke IV, Fett III bis IV.

Der Fettgehalt des Holzes ist also im Winter und Sommer im wesentlichen gleich, und zwar (sehr) groß (der der Rinde im Sommer etwas größer als im Winter).

IX. Prunus.

Surož[1] gibt an, daß bei *Prunus* im Spätherbst die Stärke in sehr große, kleisterähnliche Tropfen übergeht, welche schließlich mit Jod keine Reaktion mehr geben, sich dagegen mit Osmiumsäure intensiv schwärzen. Meine Untersuchungen an verschiedenen *Prunus*-Arten im Winter ergaben dagegen folgende Resultate:

Prunus: Im Winter ist die Rinde stärkefrei; die Rindenmarkstrahlen enthalten ziemlich viel Fett, die übrigen Rindenteile sind sehr fettarm. Die Holzmarkstrahlen sind dicht erfüllt mit großen Stärkekörnern. Die Stärkekörner zeigen mit Jod behandelt erst nach längerer Zeit eine auch dann noch recht schwache Blaufärbung; jedoch nach Zusatz von Essigsäure erfolgt äußerst rasch und intensiv auf Jodbehandlung Blaufärbung. Die Stärkekörner sind in eine mit Osmiumsäure sich intensiv schwärzende Substanz eingebettet, wodurch sie nach Zusatz von Osmiumsäure nur schwer zu sehen sind und leicht übersehen werden können. Die mit Osmiumsäure sich schwärzende Substanz wurde nicht näher untersucht; sie dürfte jedoch kaum als Fett angesprochen werden, da sie auf Zusatz von Sudan III keine Spur von Rotfärbung

[1] Surož, Botan. Zentralbl., Beih., 1891, p. 342.

annimmt. Der Reservestoffgehalt der untersuchten *Prunus*-Arten im Winter ist demnach folgender:

1. Rinde: Stärkefrei; Fett in den Markstrahlen ziemlich viel vorhanden.

2. Holz: Massenhaft Stärke vorhanden; die Stärke eingebettet in eine mit Osmiumsäure sich schwärzende Substanz.

X. Viscum.

Auch *Viscum album* haben weder A. Fischer noch Schmidt (1909) auf seinen Fettgehalt geprüft und ich will daher einige Daten meiner Untersuchungen angeben.

Winter. Rinde: Stärkefrei oder nur sehr geringe Stärkereste, sehr fettreich. Holz: Mäßig viel bis sehr wenig Stärke, viel Fett.

Sommer. Rinde und Holz: Sehr viel Stärke, wenig Fett.

Demnach verhält sich *Viscum* wie ein Fettbaum Typus *Tilia*.

XI. Loranthus.

Die Untersuchungen erstreckten sich, da mir im Sommer kein Material zur Verfügung stand, nur auf einen Teil der Jahresperiode.

Als anatomische Eigentümlichkeit sei erwähnt das mehr oder weniger reichliche Vorkommen von Fett in den meist sehr dickwandigen Thyllen.

8. Februar 1909. Rinde: Sehr fettreich; Stärke ziemlich viel ungleichmäßig verteilt; manche Zellgruppen fast stärkefrei; andere enthalten viel Stärke.

Holz: Das Parenchym enthält reichlich Stärke und Fett. Die Markstrahlen zerfallen in zwei morphologisch stark voneinander verschiedene Teile. Der Teil, welcher sich vom Cambium aus in den Holzkörper hinein erstreckt (gekennzeichnet durch relativ dünnwandige und daher weitlumige Zellen), ist sehr fettreich und enthält nur wenig kleinkörnige Stärke. Der andere vom Mark aus in den Holzkörper hineinragende

Markstrahlenteil (mit dickwandigen Zellen) enthält neben reichlich Fett auffallend viel großkörnige Stärke; somit erscheinen die beiden morphologisch voneinander verschiedenen Holzmarkstrahlenteile auch dem Reservestoffinhalt nach unterschieden.

6. Mai 1909. Rindenfettgehalt deutlich vermindert im Vergleich zu dem vom 8. Februar. Viel Stärke regeneriert. Holz: Fettgehalt deutlich abgenommen. Stärke sehr reichlich vorhanden.

18. Juni 1909. Mit großen jungen Trieben. Rinde: Sehr wenig Stärke; Fettgehalt geringer als am 6. Mai. Holz: Fettgehalt geringer. Stärke wie am 6. Mai.

Demnach scheint *Loranthus* im Winter sein Fettmaximum und relatives Stärkeminimum zu erreichen; im Frühling geht der Fettgehalt zurück und wird Stärke regeneriert.

XII. Polytrichum.

Der Fettgehalt des Stämmchens von *Polytrichum commune* wurde eingehend untersucht; es zeigte sich im Winter (zu jeder Zeit) völliges Fehlen der Stärke und sehr reichliches, meist massenhaftes Auftreten von Fett. Im Sommer (Frühling) wurden oft auch reichliche Fettmengen konstatiert, doch erreicht der Fettgehalt meist nicht die gleiche Höhe wie im Winter. Stärke ist im Sommer stets mehr oder weniger viel vorhanden, oft sehr reichlich. Im Winter konnte durch Temperaturerhöhung in wenigen Tagen jederzeit reichliche Stärkeregeneration erzielt werden. (Für *Polytrichum*-Blätter fand Lidforss[1] ähnliche Verhältnisse.)

Es verhält sich also *Polytrichum* etwa wie *Tilia* und wäre demnach im Sinne Fischer's als »Fettmoos« zu bezeichnen. Interessant ist es, daß ich bei zahlreichen Untersuchungen verschiedener *Mnium*-Arten im Winter kein Fett und ziemlich viel Stärke gefunden habe, wonach dann *Mnium* ein Stärkemoos genannt werden könnte und ebenso wie bei den Bäumen

[1] Lidforss, Die »wintergrüne Flora«. Eine biologische Studie. K. Fysiogr. Sällsk. Handl. Lund. 1907.

auch bei Moosen im Winter Unterschiede in der Reservestoffspeicherung vorkommen. Als

Hauptergebnisse des speziellen Teiles

möchte ich nur folgende anführen:

I. Der Prozeß der Fettbildung ist als ein von der Temperatur unabhängiger, periodischer aufzufassen.

Dafür spricht:

1. Reichliches Vorkommen von Fett auch im Sommer bei *Tilia, Populus* etc.

2. Einjährige Zweige und Keimlinge von *Tilia* enthalten bereits im Frühjahr Fett; der Fettgehalt der einjährigen Äste nimmt im Verlauf des Sommers zu.

3. Fettmaximum bei *Picea* und *Abies* im Sommer, also unter anderen Temperaturverhältnissen als im Winter.

II. Auch der Prozeß der Stärkelösung scheint im wesentlichen von der Temperatur unabhängig und periodisch zu sein; er verläuft bei verschiedenen Pflanzen zu verschiedenen Zeiten der Jahresperiode. Ich verweise bloß auf:

Stärkeminimum bei *Picea* (Holz) im Sommer, bei *Abies* (Holz und Rinde) im Sommer.

Stärkeminimum bei den »Fettbäumen« im Winter.

Reichlicher Stärkegehalt bei *Ginkgo* in der Rinde im Winter.

III. Mit den von A. Fischer aufgestellten Typen der Stärke- und Fettbäume sind lange nicht alle Typen erschöpft. Es existiert vielmehr eine viel größere Zahl solcher Typen, z. B.:

Picea, Abies: Stärkeminimum, Fettmaximum im Sommer.

Aesculus: Fettgehalt im Sommer und Winter wesentlich gleich.

Ginkgo: Im Winter relativ stärkereiche, fettarme Rinde, relativ fettreiches, stärkearmes Holz.

Fagus: Relatives Fettmaximum im März, zur Zeit des Fettminimums bei *Tilia.*

Dem Typus *Tilia* entsprechend wurden gefunden *Populus (tremula), Viscum.*

Schlußbetrachtung.

I. Zusammenhang zwischen Stärkelösung und Fettbildung.

A. Von meinen Untersuchungen sprechen hauptsächlich folgende gegen einen **direkten** Zusammenhang der in Rede stehenden Prozesse:

1. Die Ergebnisse meiner Winterversuche.

2. Der Befund, daß im Sommer bei *Tilia* und den übrigen Bäumen dieses Typus Stärke und Fett gleichzeitig reichlich vorhanden ist.

3. Der Umstand, daß in einjährigen Ästen die Prozesse der Stärkebildung und Fettbildung gleichzeitig verlaufen.

B. Andererseits muß zwischen der herbstlichen Fettgehaltvermehrung und Stärkelösung bei *Tilia* etc. und den analogen Prozessen bei *Picea* und den übrigen Fettbaumtypen, wenn auch kein direkter, so doch ein indirekter Zusammenhang bestehen.

Dafür spricht:

1. Vor allem die einfache Überlegung, daß es unerfindlich sei, woher die Stoffe zur winterlichen Fettvermehrung stammen, wenn sie nicht (wenn auch nur indirekt) den im Herbst gespeicherten Stärkemengen entnommen werden.

2. In *Tilia*-Wurzeln, in denen der Stärkegehalt im Winter im wesentlichen unverändert bleibt, tritt keine winterliche Fettvermehrung ein. (Dagegen in freiliegenden Wurzeln: Im Winter wenig Stärke, viel Fett.)

3. Nicht nur beim Typus *Tilia* fällt zeitlich das Stärkeminimum und Fettmaximum zusammen, sondern auch bei *Picea* und *Abies*, und zwar hier im Sommer, dort im Winter. (Es wäre doch merkwürdig, wenn bloß zufällig einmal im Winter und einmal im Sommer diese beiden Zustände zusammenfielen.)

4. Stets herrscht in den Teilen der Äste, in welchen das Stärkeminimum auftritt, gleichzeitig das Fettmaximum und

umgekehrt. (Um dies an einigen Beispielen zu zeigen, erwähne ich bloß: *Loranthus* im Winter: Rinde fettreich, stärkefrei. *Ginkgo* im Winter: Rinde stärkereich, fettarm. *Robinia* im Winter: Rinde fettreich, stärkefrei, Holz stärkereich, fettfrei. *Picea* im Sommer: Holz fettreich, stärkefrei, Rinde stärkereich, fettarm. *Abies* im Sommer: Fettreich, stärkefrei.)

5. Vergleiche auch die Verhältnisse in reifenden und keimenden Fettsamen, woselbst stets auch fettreiche und stärkearme (und umgekehrt) Stadien zeitlich zusammenfallen.

Alle diese Tatsachen scheinen mir unbedingt dafür zu sprechen, daß die beiden besprochenen Prozesse irgendwie indirekt im Zusammenhang stehen. (Wenn man sich auch vom chemischen Standpunkt aus über die Vorgänge bei der Umwandlung von Fett in Stärke und umgekehrt noch völlig im Unklaren befindet. Hier sei auch daran erinnert, daß bereits vor längerer Zeit Wiesner[1] einen chemisch ebenso unverständlichen Prozeß direkt beobachten konnte, nämlich die Umwandlung von Stärke in Harz.)

II. Die Prozesse der Fettbildung und -lösung und der Stärkelösung

sind periodische Vorgänge, auf deren Verlauf die Temperatur keinen wesentlichen Einfluß nimmt. (Betreffs der Begründung dieses Standpunktes verweise ich auf die »Zusammenfassenden Bemerkungen« am Schlusse der beiden Hauptteile.)

III. Die biologische Bedeutung der Fettbildung.

1. Fettbildung als Kälteschutz.

Dafür spricht (A. Fischer) die geographische Verbreitung der Fettbäume Fischer's, die die nördliche Baumgrenze darstellen. Dagegen spricht vor allem die Feststellung des Fettmaximums bei *Picea* und *Abies* im Sommer sowie zahlreiche andere Ergebnisse des speziellen Teiles.

---

[1] Wiesner, Über die Entstehung des Harzes im Innern von Pflanzenzellen, Sitzungsber. Ak., LII, II. Abt., p. 118, 1865.

In der physikalischen Erklärung, inwiefern die winterliche Fettbildung einen Kälteschutz darstellt, gehen die Ansichten heute wesentlich auseinander. Die meisten Autoren sind der Meinung, daß die Fettbildung die Eisbildung verhindern könne. Mez[1] dagegen konnte zeigen, daß bei eisbeständigen Pflanzen gerade eine Unterkühlung sehr schädlich sei, daß aber die Fettbildung eine solche Unterkühlung verhindere und daher (sowie als ein Prozeß, der Wärme speichere) als Kälteschutz zu deuten sei. Dazu möchte ich bloß bemerken, daß *Tilia* jedenfalls eisbeständig ist.

2. Fettbildung als Einrichtung zur Einschränkung des Wasserbedarfes.

Diese Bedeutung der Fettbildung (auf die mich Herr Dozent K. Linsbauer aufmerksam machte) sieht im Vorhandensein von Fett an Stelle der stark quellbaren Stärke oder des osmotisch kräftig wirkenden Zuckers eine Anpassung an unzureichende Wasserversorgung. Sowohl im Winter (infolge der physiologischen Wasserarmut des Bodens [Typus *Tilia*]) als auch im Sommer (*Picea, Abies*; die Koniferen dürften als Xerophyten mit Wassermangel zu kämpfen haben) kann eine derartige Anpassung von großem Vorteil sein.

Für diese Deutungsmöglichkeit ließe sich noch anführen:

Fettreichtum bei *Polytrichum* im Sommer (*Polytrichum* muß auch im Sommer oft mit großem Wassermangel rechnen infolge der mangelhaften Wasserleitung). Fettreichtum von *Viscum* im Winter. (Da *Viscum* wintergrün ist, ist sein Transpirationswasserverlust wohl auch im Winter nicht unbedeutend; der winterkahle *Loranthus* besitzt im Winter wenigstens im Holz reichlich Stärke.) Fettarmut, Stärkereichtum im Winter bei Wurzeln von Fettbäumen, bei welchen der Wasserverlust durch Transpiration wohl kaum in Betracht kommt.

---

[1] Mez, Flora, 1905, Bd. 94.

3. Fett als kompendiösere, respektive konzentriertere Form der Kohlenstoffspeicherung (Czapek,[1] Haberlandt[2]).

Dieser Faktor, der in der Fettspeicherung gegenüber der Stärkespeicherung einen ökonomischen Vorteil erblickt, dürfte für die Verhältnisse in den Ästen der Bäume kaum in Betracht kommen.

4. Fett als stabilere Form der Kohlenstoffspeicherung.

Auf diese biologische Deutung der Fettspeicherung hat mich Herr Hofrat Wiesner aufmerksam gemacht. Er hat mir gegenüber die Vermutung ausgesprochen, daß die Fette eine stabilere Form der Reservestoffe darzustellen scheinen als die zumeist von diastatischen Fermenten begleitete Stärke. Wenn es sich um Stofftransport handelt, ist die Stärke die zweckmäßigere Form der Reservestoffe, wenn es sich aber um bloße Aufstapelung handelt, in vielen Fällen hingegen das Fett.

Sie bietet den großen Vorteil, daß sie den Fettbildungsvorgang (aus Stärke) sowohl bei den in dieser Arbeit untersuchten Reservestoffwandlungen als auch bei der Reifung der Fettsamen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu betrachten ermöglicht. Überall dort, wo es der Pflanze darum zu tun ist, Reservestoffe längere Zeit hindurch unverändert zu speichern, deponiere sie diese in Form von Fett, das nicht so leicht chemischen Umwandlungen ausgesetzt erscheint wie die äußerst labile Stärke.

5. Fettbildung als Schutz gegen schädliche Konzentration des Zuckers im Zellsaft.

Meine eigene Ansicht über den Zweck der Fettbildung geht dahin, daß sie eine schädliche Konzentration des Zuckers, wie sie bei der Lösung der gewaltigen Stärkemassen z. B.

---

[1] Czapek, Biochemie I, 1905, p. 97.

[2] Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanat., III. Aufl. 1904, p. 375.

bei *Tilia* im Herbst wohl leicht eintreten kann, zu verhindern habe. Diese Deutung bezieht sich natürlich bloß auf die Fettgehaltsvermehrung, die stets zu gleicher Zeit mit der Stärkelösung vor sich geht (also bei *Tilia* im Spätherbst, bei *Abies* im Sommer), nicht aber auf den Fettbildungsprozeß, wie er den ganzen Sommer hindurch bei *Tilia* sich abspielt. Als wichtigste Stütze dieser Auffassung führe ich an den Verlauf der Reservezellulosebildung im Herbst und deren Lösung im Frühling (Schellenberg).

Demnach hätte die Reservezellulosebildung den gleichen Zweck wie die Fettbildung und die beiden Prozesse könnten sich vertreten.

Bevor ich nochmals die Hauptergebnisse meiner Arbeit zusammenfasse, erfülle ich die angenehme Pflicht, vor allem meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Professor Dr. J. Wiesner, für die zahllosen Anregungen und das rege Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ebenso bin ich Herrn Privatdozenten Dr. K. Linsbauer für die gütige Unterstützung, die er mir jederzeit zu teil werden ließ, zu großem Dank verpflichtet.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse der Arbeit.

1. Der Prozeß der Fettbildung in den Stämmen der Laub- und Nadelbäume ist ein periodischer Vorgang, ist aber nicht, wie bisher angenommen wurde, gewöhnlich auf den Herbst beschränkt.

2. Auch der Prozeß der Stärkelösung in den genannten Gewächsen ist ein periodischer Vorgang.

3. Der Prozeß der Stärkebildung kann in den Ästen der Fettbäume (Typus *Tilia*) das ganze Jahr hindurch vor sich gehen; niedere Temperaturen wirken hemmend auf seinen Verlauf.

4. Die Fettbäume A. Fischer's besitzen auch im Sommer reichlich Fett; der Fettbildungsprozeß verläuft, bei *Tilia* wenigstens, den ganzen Sommer hindurch.

5. Die A. Fischer'schen Typen der Stärke- und Fettbäume sind nur zwei spezielle Fälle der zahlreichen vorhandenen Typen.

6. Zwischen den Prozessen der Stärkelösung und Fettbildung besteht zwar kein direkter, jedoch ein indirekter Zusammenhang.

7. Der Angabe, daß das Fett der Bäume als Kälteschutz diene, kann keine allgemeine Geltung zugesprochen werden, ist aber auch für die im Winter fettspeichernden Bäume sehr unwahrscheinlich. Plausibler ist die Annahme, daß das Fett im Vergleich zur Stärke die stabilere Form der Reservestoffe repräsentiert.

Studien über das Anthokyan

(II. Mitteilung)

von

Dr. Viktor Grafe.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

In meiner ersten Mitteilung über diesen Gegenstand[1] habe ich gezeigt, daß sich der rote Malvenfarbstoff (*Althaea rosea*) durch ein bestimmtes Verfahren in zwei gefärbte Anteile zerlegen läßt, die sich zunächst dadurch unterscheiden, daß der eine, welcher krystallinisch erhalten wurde, in absolutem Alkohol mit violettroter Farbe nach Zufügung eines Tropfens Salzsäure löslich war, während der andere, amorphe Anteil sich in angesäuertem Wasser mit hellroter Farbe löste. Die elementaranalytische Untersuchung ergab für den ersteren die Formel $C_{14}H_{16}O_6$, für letzteren $C_{20}H_{30}O_{13}$; aus diesem ließ sich leicht Dextrose abspalten, wodurch seine Glykosidnatur erwiesen war, ferner ließ sich zeigen, daß der wasserlösliche Anteil eine zweibasische Säure darstellt und eine Karbonylgruppe enthält.

Zweck der vorliegenden Untersuchung war, auch den anderen, in absolutem Alkohol löslichen Anteil näher zu charakterisieren. Die Darstellung und Reinigung erfolgte genau in derselben Weise, wie dies in der vorhergegangenen Mitteilung beschrieben ist. Die Schwierigkeit hiebei liegt in dem Umstand, daß beim Extrahieren der Malvenblüten mit Alkohol größere Mengen Schleim ins Extrakt übergehen, welcher dann die Bearbeitung und namentlich die Reinigung des Farbstoffes sehr

[1] Studien über das Anthokyan, 1. Mitteilung, diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I (1906).

erschwert. Dieser Mißstand kann durch Verwendung absoluten Alkohols vermieden werden, wodurch aber allerdings die Ausbeuten an Farbstoff auf ein Minimum zurückgehen. Der Umstand, daß nur Lösungsmittel mit freien Hydroxylen, wie Wasser, Methyl- und Äthylalkohol, Glyzerin etc., nicht aber Äther, Benzol, Schwefelkohlenstoff den Farbstoff auflösen, legte den Gedanken nahe, daß man die genannten Lösungsmittel durch andere substituieren könnte, welche analog gebaut sind, aber mit Wasser nicht mischbar wie die höheren einwertigen Alkohole oder doch leicht in wasserfreiem Zustand Verwendung finden könnten wie das Phenol. Die angestellten Versuche zeigten aber, daß hier nicht so sehr die chemische Konstitution des Lösungsmittels eine Rolle spielt als die elektrolytische Dissoziation. Reiner Isobutyl- und Amylalkohol lösen den Farbstoff nicht merklich auf, wohl aber nach Hinzufügung einer geringen Menge wässeriger Säure. Ebenso verhält sich die Karbolsäure, wenn sie im wasserfreien Zustand vorliegt. Es wurde versucht, Phenol, das mit einer Spur Wassers versetzt war, zur Extraktion des Farbstoffes aus den Blättern zu verwenden; Schleim löst sich dabei nicht mit auf und man kann nach vollzogener Extraktion die Karbolsäure durch Ausschütteln mit Äther, in dem sich wohl das Phenol, nicht aber der Farbstoff löst, entfernen. Aus dem oben angeführten Grund erwies es sich auch als unmöglich, das Anthokyan durch Extraktion mit Amylalkohol zu gewinnen, der mit trockenem Salzsäuregas gesättigt war, und es mag auch die Erscheinung damit zusammenhängen, daß alkoholische Auszüge roter Blüten wenig gefärbt sind, durch die geringste Spur Säure aber intensiv rote Farbe annehmen

Obwohl also behufs Isolierung des Malvenfarbstoffes die früher eingeschlagene Methode beibehalten wurde, ergab sich für die Gewinnung des alkohollöslichen Anteiles ein einfacherer Weg. Wenn man nämlich die Malvenblüten, nachdem sie von Kelch und Staubgefäßen befreit, mit Äther behufs Entfernung von Fetten etc. am Wasserbade gekocht worden sind, mit Schwefelsäure 1 : 1 mehrere Stunden am Wasserbade digeriert, so erhält man eine tief violettrote Lösung, welche über gehärteten Filtern abfiltriert wurde. Diese Lösung

wurde durch Erhitzen am Wasserbade eingeengt, sie enthielt keinen Schleim; wurde sie nunmehr mit Wasser stark verdünnt, so setzte sich der ganze Farbstoff als tiefroter Niederschlag am Boden ab und konnte nach dem Neutralisieren mit Soda leicht abfiltriert werden. Zur Entfernung des Natriumsulfates und des durch die Hydrolyse mittels Schwefelsäure aus dem Schleim entstandenen Zuckers wurden die Farbstoffkörner mit Wasser gründlich gewaschen und dann in absolutem Alkohol aufgelöst, zur weiteren Reinigung aus dieser Lösung mit Äther gefällt und diese Operation einigemal wiederholt, der Farbstoff schließlich bei 100° getrocknet. Durch das beschriebene Verfahren war offenbar aus dem wasserlöslichen Anteil der alkohollösliche entstanden, was nach den entsprechenden Formelbildern nur möglich erscheint, wenn zunächst durch die Wirkung der Schwefelsäure das wasserlösliche Glukosid in seine Komponenten Dextrose und den Körper $C_{14}H_{18}O_8$ zerlegt und die letztere Substanz endlich durch Wasserentzug und Reduktion in die alkohollösliche Modifikation übergeführt worden ist.

Acetylierung des alkohollöslichen Anteiles.

Die Substanz zeigte in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid die Ausfällung violblauer Flocken, wodurch die Wahrscheinlichkeit phenolischen Hydroxyls gegeben war. Infolgedessen wurde der Versuch gemacht, durch Acetylieren die Anzahl der Hydroxylgruppen zu ermitteln. Die getrocknete, fein gepulverte Substanz wurde mit der zirka vierfachen Menge Essigsäureanhydrid und der gleichen Menge frisch geschmolzenen Natriumacetats vermischt und etwa eine Stunde im Ölbad unter Rückflußkühlung behandelt, die überschüssige Essigsäure durch Kochen mit Methylalkohol und nachheriges Abdestillieren des Methylacetats entfernt. Das gebildete Acetylprodukt löst sich in Wasser nicht, kann daher durch Eingießen in Wasser erhalten werden; es läßt sich aus Methylalkohol in roten Krystallen gewinnen. Das abgesogene Produkt wurde gründlich gewaschen, getrocknet und dann nach Zugabe von 5 cm^3 Alkohol mit Ätznatron (3 g auf 15 cm^3 Wasser) verseift. Nach beendeter Verseifung wurde der Alkohol abgedampft, die

Lösung mit Phosphorsäure angesäuert und die gebildete Essigsäure durch Destillation mit Wasserdampf in ein vorgelegtes Kölbchen getrieben. Durch Kochen am Rückflußkühler wurde hier alle Kohlensäure entfernt und dann in gewöhnlicher Weise unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator die Essigsäure titriert.

0·7853 *g* des Acetylproduktes verbrauchten nach der Verseifung 42·9 cm^3 $^n/_{10}$ Kalilauge. Es waren also 0·2574 *g* Essigsäure vorhanden gewesen, entsprechend 0·18447 *g* $CH_3CO = 23·49\%$.

Das aber würde bei einem Körper von der Molekularformel $C_{14}H_{16}O_6$ nach einfacher Proportion zwei Acetylgruppen entsprechen. Die Zahl 23·49% für die eingeführten Acetyle stimmt merkwürdigerweise annähernd mit der von R. Glan[1] bei seinen nach demselben Ziel gerichteten Versuchen gefundenen überein, obwohl dieser Forscher offenbar ganz andere Produkte in Händen hatte und bezüglich ihrer auch zu ganz anderen Schlüssen kam.

Über die Stellung der beiden Hydroxyle gab der Abbau des alkohollöslichen Farbstoffanteiles durch Schmelzen mit Ätzkali Aufschluß, vorausgesetzt, daß keine Umlagerungen dabei vor sich gegangen waren. Die Kalischmelze wurde im Nickeltiegel in der Weise vorgenommen, daß reines Ätzkali in wenig Wasser gelöst, bis zum ruhigen, gleichmäßigen Fluß über freier Flamme erhitzt und die Substanz (etwa 10 *g*) dann unter fortwährendem Rühren allmählich eingetragen wurde. Nachdem die Schmelze dünnflüssig geworden war, wurde sie ausgegossen, nach dem Erkalten in Wasser gelöst und mit Schwefelsäure angesäuert. Das Ganze wurde nun mit Äther im Scheidetrichter ausgeschüttelt. Die ätherische Lösung wurde über geschmolzenem Natriumsulfat getrocknet und hinterließ nach Abdunsten des Äthers eine weiße Substanz, die aber erst nach wiederholten Versuchen farblos erhalten werden konnte, da sie an der Luft sehr schnell braun wurde; besonders war das in schwach alkalischer Lösung der Fall und erinnerte an die Erscheinung, welche Frémy und

[1] R. Glan, Über den Farbstoff der schwarzen Malve, Erlangen 1892.

Cloëz[1] bei ihren Blütenextrakten mit Alkohol beobachteten. Auch hier ging die ursprünglich blaue Farbe ihrer alkoholischen »Cyanin«lösung in Baungelb über, was diese Forscher auf eine Reduktion zurückführen. Aber auch wenn man die wässerige Lösung des Farbstoffes mit konzentrierter Salpetersäure behandelt, tritt diese charakteristische Verfärbung in Braungelb ein. Auch Ammoniak liefert in der wässerigen Lösung der vorerwähnten Substanz einen mehr rostbraunen Niederschlag, ammoniakalische Silbernitratlösung wird augenblicklich unter Abscheidung von Silber reduziert. Alle diese Reaktionen gaben Anhaltspunkte dafür, daß es sich um ein mehrwertiges Phenol handelt. Die wässerige Lösung der Substanz wurde mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt und unter Kühlung Natriumbichromatlösung vorsichtig zufließen gelassen. Es entstand ein dunkelgrüner, fast schwarzer Niederschlag, der bei weiterem Zusatz des Oxydationsmittels in Gelbrot überging, wobei der charakteristisch stechende Geruch nach Chinon auftrat, das allerdings infolge geringer Quantität nicht isoliert wurde. Es handelte sich also beim Kaliabbau der alkohollöslichen Anthokyankomponente wohl um Hydrochinon, wobei das vorhin erwähnte grüne Zwischenprodukt jedenfalls durch das bei der Oxydation des Hydrochinon zu Chinon entstehende Chinhydron repräsentiert wurde. Auch die Reaktion mit essigsaurem Blei, welches in der wässerigen Lösung des Spaltungskörpers keinen Niederschlag hervorrief, spricht für diesen Befund. Es verdient allerdings hervorgehoben zu werden, daß die oben erwähnten Zersetzungsprodukte nur bei wenig energischer Behandlung mit Kali entstanden, daß die Schmelztemperatur etwa 160° nicht übersteigen und die Operation nur kurze Zeit fortgesetzt werden durfte. Länger dauerndes Schmelzen bei höherer Temperatur lieferte eine dunkle Masse, die nur zum Teil in Äther und Wasser löslich war. Dieser Teil aber erwies sich seinen Reaktionen — Fällung mit Bleiacetat, grüne Färbung mit Eisenchlorid, die mit etwas Ammoniak in Violett übergeht — nach als Brenzkatechin. Nun ist bekanntlich auch Brenzkatechin in alkalischer Lösung sehr

[1] Journal für praktische Chemie, Bd. 62, p. 270.

unbeständig, wird an der Luft sehr bald grün, dann schwarz. Die rotbraune Substanz aber, welche bei durchgreifender Kalischmelze entstanden war, erschien als »phlobaphen«ähnliche Masse, welche nicht weiter definiert werden konnte. Eine phlobaphenähnliche Atomgruppierung im Malvenanthokyan erscheint schon mit Rücksicht auf den adstringierenden Geschmack des Farbstoffes plausibel. Jedenfalls kann nach den bisherigen Ergebnissen weder die Para- noch die Orthostellung der beiden Hydroxyle als im nativen Anthokyan vorliegend behauptet werden. Das Auftreten von Brenzkatechin unter den Spaltungsprodukten des Malvenfarbstoffes beansprucht ein gewisses Interesse insofern, als es schon mehrfach mit der Schwarzbraunfärbung von Pflanzenpreßsäften und abgestorbenen Pflanzenteilen ursächlich in Zusammenhang gebracht worden ist. Weevers[1] wies darauf hin, daß »das Schwarzfärben absterbender Pflanzenteile öfters auf einer Oxydation des Brenzkatechins unter Mitwirkung einer Oxydase beruhen mag« und auch ich[2] konnte nachweisen, daß z. B. die Dunkelfärbung von Rübensäften durch das Vorhandensein von Brenzkatechin bedingt werde, eine Anschauung, die auch Gonnermann[3] bestätigen konnte, welcher früher Homogentisinsäure als farbbedingendes Agens der Pflanzensäfte angesehen wissen wollte.

Nun hat J. Palladin[4] in einer Reihe neuerer Arbeiten wahrscheinlich gemacht, daß durch fermentative Spaltung von Eiweißkörpern im Pflanzenorganismus aromatische Verbindungen entstehen, welche durch Oxydation als Chromogene in mehr oder weniger dunkle Farbstoffe übergehen; hieher rechnet dieser Forscher unter anderen auch die Entstehung des Anthokyans. Das Auftreten von Brenzkatechin und, wie Glan schon

[1] Th. Weevers, Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXIX, p, 229 (1903), zitiert nach Czapek, Biochemie der Pflanzen, II, 542.

[2] V. Grafe, Über die Dunkelfärbung von Rübensäften, Zeitschr. für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, 1. Heft, 1908.

[3] M. Gonnermann, Zur Dunkelfärbung der Rübensäfte, Zeitschr. des Vereines der deutschen Zuckerindustrie, Bd. 56, techn. Teil (1907), 1068.

[4] J. Palladin, Das Blut der Pflanzen, Ber. der deutschen bot. Ges., Bd. XXVI a, p. 125 (1908). Ders., Über die Bildung der Atmungschromogene in den Pflanzen, ebendas., p. 389.

früher konstatierte, auch dessen Muttersubstanz, der Protokatechusäure bei der Kalischmelze, ferner von Trinitrophenol bei der Oxydation mit Salpetersäure — bei durchgreifender Oxydation entsteht Oxalsäure — lassen einen Zusammenhang des Anthokyans mit Gerbstoffen, ferner mit Xanthon- und Flavonderivaten als durchaus plausibel erscheinen. Auch das Auftreten geringer Mengen eines vanilleartig riechenden Körpers, wahrscheinlich Piperonal oder ein nahestehendes Protokatechinderivat, wie es Glan bei seinen Versuchen auffand, stimmt damit überein. Diese Anschauung wird neuerdings in zwei Arbeiten von Miß Wheldale[1] auf breiter Basis durchgeführt. Die Verfasserin findet stets gelbe Pigmente aus der Gruppe der Xanthone und Flavone in Verbindung mit den Anthokyanfarbstoffen in gefärbten Pflanzengeweben vor. Im Anschlusse an Overton's Arbeiten könnte das Anthokyan auch als glykosidische Verbindung gerbstoffartiger Substanzen aufgefaßt werden. Die nicht unbegründete Meinung Wheldale's geht dahin, es könnten jene gelben Farbstoffe die Chromogene des roten Anthokyans im Sinne Palladin's sein.

Damit steht durchaus das Ergebnis eines Versuches im Einklang, durch welchen eine durchgreifende Reduktion der behandelten Farbstoffkomponente bewirkt werden sollte. Die Alkohollösung wurde mit einem Überschusse von Jodwasserstoffsäure unter Hinzufügung einer kleinen Quantität roten Phosphors im Ölbad am Rückflußkühler gekocht. Das Reaktionsgemisch wurde mit Äther ausgeschüttelt und die Ätherlösung getrocknet. Nach Abdunsten des Äthers hinterblieb eine orangegelbe, nicht krystallisierte Substanz, welche, der Kalischmelze unterworfen, Brenzkatechin oder dessen Muttersubstanz Protokatechusäure entstehen ließ, wie die entsprechenden Reaktionen, weißer Niederschlag mit basischem Bleiacetat und grüne Färbung mit Eisenchlorid, die mit Soda in Rot oder Violett überging, andeuteten. Allerdings erhält man auch durch Oxydation mit Salpetersäure oder alkalischer Permanganatlösung

[1] M. Wheldale, The Colours and Pigment of flowers, with special reference to genetics, Proceed. of the r. Society B., Vol. 81 (1909) und On the nature of Anthocyanin, Proc. of the Cambridge philosoph. Soc., Vol. XV, Pt. II. Hier auch ausführliche Literaturübersicht.

gelbe Substanzen, deren nähere Definierung bisher nicht gelungen ist.

Wheldale vertritt die Anschauung, zu welcher sie namentlich durch Kreuzungsversuche mit *Antirrhinum* geführt wurde, es gehe das Anthokyan direkt aus solchen aromatischen Komponenten der Xanthon-Flavonreihe durch Vermittlung eines oxydierenden Ferments hervor, in der Weise, daß die verschieden roten Farbstoffe der Blüten durch verschiedene Oxydationsstufen dieser Chromogene repräsentiert sind. Die weiße oder gelbe Blütenfarbe kann unter Umständen durch den Verlust eines oder des anderen, zur Anthokyanbildung wesentlichen Faktors, des Chromogens oder der Oxydase, hervorgerufen werden. Auch Heise[1] und Gautier[2] fanden bei der Kalischmelze der von ihnen aus Heidelbeeren, respektive Rotwein dargestellten Farbstoffe Protokatechusäure als Zersetzungsprodukt. Wheldale versuchte nun, den wässerigen farblosen Extrakt aus *Primula sinensis*-Blüten mit Auflösungen der nach De Stoeklin[3] gewonnenen Peroxydase aus Meerrettich unter Hinzufügung von Wasserstoffperoxyd zu behandeln. Tatsächlich gelang es auf diese Weise, eine rote Färbung zu erhalten, die allerdings schnell in Braun überging. Aus den Beeren von *Ligustrum vulgare* erhielt die Verfasserin so wie ich aus Malvenblüten zwei in ihrer Nuance verschiedene rote Farbstoffe, die sich durch ihre Lösungsverhältnisse gegen Wasser und Alkohol, ihr Verhalten gegen Alkalien und Eisensalze, mit denen sie ebenso wie mit Bleizucker grüne, respektive blaue Niederschläge lieferten, scharf unterschieden. Das stimmt mit den analogen Ergebnissen von Heise und Gautier überein. Auch Griffith[4] kommt in seinen Versuchen über den Farbstoff von *Geranium* und *Verbena* zu dem Schluß, daß die resultierenden Farbstoffe, wiewohl sie, wie alle bisher unter-

[1] R. Heise, Arbeiten des kais. Gesundheitsamtes, Berlin, V, 618 (1889) und IX, 478 (1894).

[2] Arm. Gautier, Comptes rend., T. 86, p. 1507 und T. 114, p. 623.

[3] De Stoecklin, Contrib. à l'étude de la peroxydase, Genève, Inst. de botanique, 1907.

[4] Griffiths, Die Pigmente des Geraniums und anderer Pflanzen, Ber. der deutschen chem. Ges., XXXVI, 1903, p. 3959; Chemical News, 88, p. 249.

suchten Blütenfarbstoffe, sich als stickstofffrei erwiesen, doch Spaltungsprodukte von Proteiden sein können, wie das später Palladin bezüglich der Chromogene tatsächlich angenommen hat. Dieser Forscher schreibt dem Verbenenfarbstoff die Formel $C_{15}H_{10}O_6$ zu; auch hier liegen nach seinen Versuchen, welche ihn zu einem Diacetylderivat führten, zwei Hydroxylgruppen vor. Bezüglich der Entstehung des Anthokyans hat namentlich M. Mirande[1] durch Beobachtung parasitärer Blattinsekten, deren Larvenhüllen er anatomisch und mikrochemisch untersuchte, Angaben gemacht. Nach ihm muß, damit die Bildung von Anthokyan erfolge, außer der Lichtwirkung Anhäufung von Substanzen, wie Glukose, Tannin, Phlorogluzin und Gegenwart einer Oxydase gegeben sein. Fehlt einer dieser Faktoren, dann tritt die Rötung nicht oder nicht so stark ein. Durch den Einstich des Insekts und die dadurch hervorgerufene lebhaftere Tätigkeit der Oxydasen in den beschädigten Geweben erfolgt auch intensivere Pigmentbildung. Auch nach der Meinung von Pollacci und Buscalioni[2] ist die Bildung des Anthokyan eine Oxydasewirkung. Wenn man annimmt, daß mehrwertige Phenole, wie sie nunmehr durch verschiedene Untersuchungen aus den verschiedenen Anthokyanen isoliert wurden, nativ oder zu größeren Komplexen vereinigt im Blütenfarbstoff vorliegen oder daß Xanthone und Flavone oder Gerbstoffe als Muttersubstanzen dieser Pigmente zu gelten haben, so hat tatsächlich der Gedanke, daß diese schon an der Luft durch Oxydation leicht in tiefer gefärbte Derivate übergehenden Körper die Chromogene der Blütenfarbstoffe bilden, manches für sich. Die verschiedenartige Konstitution dieser aromatischen Substanzen, der Besitz reaktionsfähiger Gruppen, die leicht zu Verkettungen mannigfacher Art Veranlassung geben können, ließen die verschiedene Zusammensetzung der Anthokyane trotz der mehr oder weniger gleichen Färbung leicht verstehen,

---

[1] M. Mirande, Sur un cas de formation d'anthocyanine sous l'influence d'une morsure d'insecte. Compt. rend., T. CXLIII, 1906, und Sur l'origine de l'anthocyanine déduite de l'observation de quelques insectes parasites des feuilles, ebendas., T. CXLV, 1907.

[2] L. Buscalioni é G. Pollacci, Atti dell' Istituto botanico di Pavia, Bd. 8, 1904, p. 135.

ohne daß man, wie das Wheldale getan hat, bloß die verschiedene Oxydationstufe dafür ins Treffen führen müßte. Denn daß sich unter dem Gruppenbegriff »Anthokyan« zahlreiche Farbstoffe der Pflanzen verbergen, kann wohl heute als sicher gelten, Farbstoffe, denen vielleicht ein gleiches oder ähnliches Kohlenstoffgerüst, aber im Detail eine sehr verschiedene Anordnung von Seitenketten am aromatischen Kern zugrunde liegt. Denn die gemeinsame Eigenschaft der Bildung von Leukoverbindungen, die verschiedene Ionenfärbung und manche anderen sind Gruppeneigentümlichkeiten, für welche die konstant festgehaltene gleiche Anordnung nur zweier oder weniger Substituenten Schuld tragen kann.

Was nun die bisher untersuchten Blüten- oder Früchtepigmente anlangt, in denen wie beim Malven-, Heidelbeer-, Weinfarbstoff zwei Farbstoffe, die miteinander nahe verwandt sind, vorliegen, so wäre es entweder möglich, daß beide nebeneinander in der lebenden Zelle vorliegen oder daß der eine aus dem andern erst durch die Extraktion und den Prozeß der Isolierung gebildet worden ist, oder daß schließlich durch enzymatische Prozesse in der Pflanzenzelle selbst erst der eine aus dem anderen hervorgeht. Die Verwandtschaft der beiden Komponenten ist ja gewöhnlich sehr groß, indem z. B. im Falle des Heidelbeerfarbstoffes der eine das Glukosid des anderen vorstellt, beim Malvenfarbstoff noch Reduktion und Abspaltung von Wasser neben der Hydrolyse eintreten muß, um von dem einen zum andern zu gelangen. Auch Palladin's Atmungschromogene sind nichts anderes als aromatische Paarlinge von pflanzlichen Glukosiden, die nach ihrer Abspaltung durch Oxydation die verschiedenen Pigmente entstehen lassen. Aber diese Spaltung wird einen umso komplizierteren Verlauf nehmen müssen, je komplizierter das vorliegende Glukosid gebaut ist, und so glaube ich nicht, daß einfache Oxydation eines flavonartigen Körpers durch ein Enzym hinreichen wird, um einen Anthokyanfarbstoff entstehen zu lassen, sondern daß erst kompliziertere Synthesen und darauffolgende Spaltungen im Organismus zu deren Entstehung führen werden. Da wir wissen, daß durch Anlagerung von Alkylen die Nuance eines Farbstoffes dunkler wird, wäre es vielleicht nicht aussichtslos,

durch zweckmäßige Anlagerung solcher Gruppen etwa an ein Xanthon oder Flavon zu anthokyanartigen Substanzen, von gelben zu roten Farbstoffen, zu gelangen. Für die natürliche Umwandlung einer löslichen Anthokyanmodifikation in eine unlösliche spricht auch der Umstand, daß Molisch[1] Anthokyankrystalle von *Pelargonium zonale* und aus der Rose beschreibt, welche er durch Behandlung der betreffenden Blütenblätter mit Essigsäure oder zehnprozentiger Salzsäure erhalten hatte und die sich als in reinem Wasser unlöslich erwiesen. Es liegt hier die Annahme sehr nahe, daß durch die genannte Behandlung das Anthokyanglukosid gespalten und dann in die wasserunlösliche Modifikation übergegangen war.

Wiesner[2] hat vor längerer Zeit die Anschauung ausgesprochen, daß die Anwesenheit von Gerbstoffen die Grünfärbung von Anthokyanlösungen mit Alkalien bedinge, indem sich anthokyanführende Zellen mit einer Spur Alkali blau färben und daß bei einem kleinen Überschuß an Alkali die grüne Färbung auftritt, indem dann Grün als Mischfarbe zwischen dem Blau des Anthokyan und dem Gelb der anderen Zellinhaltstoffe resultiert. Diese Anschauung, welche ich auf Grund meiner früheren Versuche über den Malvenfarbstoff ablehnen mußte, indem ich die blaue Färbung für das saure, die grüne für das neutrale Alkalisalz der zweibasischen Farbstoffsäure in Anspruch nahm, wird durch die neuen Arbeiten von Wheldale wieder aufgenommen und sie erscheint, wenn man die genannten Körper als Muttersubstanzen der Anthokyane akzeptiert, tatsächlich gut gestützt. Allerdings darf nicht vergessen werden, daß die labilen Farbstoffkomponenten schon durch die Hinzufügung des starken Alkali verändert und umgewandelt werden können, so daß veränderte Färbungen mit Reagentien nicht die Reaktion des nativen Farbstoffes, sondern die eines sekundär entstandenen Produktes anzeigen könnten.

---

[1] H. Molisch, Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan, Bot. Ztg., 1905, H. VII/VIII, p. 159.

[2] J. Wiesner, Einige Beobachtungen über Gerb- und Farbstoffe der Blumenblätter, Bot. Ztg., 1862, 20.

Die Untersuchung des in absolutem Alkohol löslichen Anteiles des Malvenanthokyans, der aus den Blüten direkt durch Behandlung mit halbkonzentrierter Schwefelsäure erhalten werden konnte, ergab das Vorhandensein zweier Hydroxyle durch die Möglichkeit der Einführung zweier Acetylgruppen. Durch Schmelzen mit Ätzkali wurde Hydrochinon und später Brenzkatechin erhalten. Bei der Reduktion mit Jodwasserstoffsäure entsteht eine gelbe Substanz, die durch nachfolgendes Schmelzen mit Ätzkali Protokatechusäure oder Brenzkatechin ergibt. Der Zusammenhang des Malvenanthokyans mit Gerbstoffen oder Substanzen der Xanthon-Flavongruppe wird dadurch und mit Rücksicht auf die Versuche anderer wahrscheinlich gemacht.[1]

[1] Ganz neuerdings hat R. Combes in ausgedehnten Untersuchungen auf den Zusammenhang der Kohlehydratzufuhr und Anthokyanbildung hingewiesen. Die Bildung von Anthokyanen, die der Autor als phenolische Glukoside ganz im Einklang mit meinen Untersuchungen charakterisiert, wird durch Zuckeranhäufung bewirkt, indem Glykosidbildung und durch den intensiveren Stoffwechsel auch die Prozesse der Oxydation, damit aber die Anthokyanbildung gefördert wird. (R. Combes, Rapport entre les composés hydrocarbonés et la formation de l'anthocyane. Annales de sciences naturelles, T. IX, p. 275 [1909]).

Bericht über geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Hochalmkerns

von

F. Becke,

w. M. k. Akad.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juni 1909.)

Im Jahre 1908 wurden die Beobachtungen im Gebiet des Hochalmkerns namentlich nach zwei Richtungen hin fortgesetzt. Im vorjährigen Bericht wurde die aus hochkrystallinen Glimmerschiefern und Marmoren bestehende Silbereckscholle bis auf den Kamm zwischen dem Mur- und obersten Liesertal verfolgt. Es wurde mitgeteilt, daß die Marmore und Schiefer die Lieser übersetzen, wie schon G. Geyer erkannt hatte. Das südöstliche Ende dieser Scholle wurde nun untersucht, und es gelang, diesen Zug in Gestalt einzelner im Granitgneis schwimmenden Schollen noch jenseits der Wasserscheide im Gebiet des Maltatales nachzuweisen.

Die zweite Aufgabe war, die Katschberglinie, welche den Zentralgneis und die Schieferhülle samt Zubehör vom altkrystallinen Gebirge der Bundschuhmasse trennt, weiter nach Süden zu verfolgen. Die Beobachtungen erstrecken sich nach dieser Richtung vom Südabhang des Katschbergpasses bis zum Ausgang des Radlgrabens bei Gmünd.

I. Das Südostende der Silbereckscholle.

Es sei kurz erinnert, daß die Silbereckscholle aus einem Komplex von hochkrystallinem Glimmerschiefer, Quarzit und Marmor besteht, die wir im vorjährigen Bericht von ihrem

Beginn im Westen auf der Krehhochalpe im Großarltal durch die obersten Verzweigungen des Murtales bis zur Wasserscheide gegen das Liesertal in der Nähe der Altenberger Scharte verfolgt haben. Im äußersten Westen beginnt sie nahe dem Nordrand des Gneiskernes wenige hundert Meter innerhalb der zusammenhängenden Schieferhülle, streicht anfangs West—Ost, dann in sanftem Bogen Westnordwest, schließlich Nordwest. Dabei nimmt ihre Mächtigkeit anfangs langsam, später rascher zu.

An den Stellen ihrer bedeutendsten Mächtigkeit besteht sie aus vorwaltenden Marmorlagern mit untergeordneten Quarziten und Glimmerschiefern im Liegenden, aus vorwaltenden zumeist dunklen, bisweilen granatführenden Glimmerschiefern im Hangenden, denen sich aber im hangendsten Teil abermals karbonatreiche Schieferlagen und Marmorlager einschalten.

Die Liegendmarmore überschreiten die Wasserscheide zwischen Mur und Lieser an der Scharfspitze, östlich von der Altenberger Scharte, die Hangendschiefer an dem breiten Sattel zwischen Scharfspitze und Oblitzen. (Vergl. die Kartenskizze Fig. 1.)

Die obersten Verzweigungen der Lieser (Lanischkar und Lieserkar) greifen in den zusammenhängenden Granitgneis im Liegenden der Silbereckscholle ein. Beide Quellbäche (Tor- oder Lanischbach und Lieser) verlieren sich bei Erreichung des Marmorzuges in Dolinen, um etwas weiter unterhalb wieder als mächtige Quellen zutage zu treten. Von ihrer Vereinigung folgt der Bach eine Strecke von 2 *km* ungefähr dem Streichen der hangenden Glimmerschiefer, dann wendet er sich in scharfer Wendung nach Süden und erreicht über einen stufigen Wasserfall abstürzend (Lanischfall) abermals den Gneis im Liegenden.

Die ganze Mächtigkeit der Silbereckscholle ist nordöstlich von diesem Punkt auf dem Südabhang des wasserscheidenden Kammes zwischen Lieser und Mur aufgeschlossen und es läßt sich hier ein gutes Profil aufnehmen.[1]

[1] Das Auskeilen der Silbereckscholle auf dem nördlichen Abhang des Liesertales ist schon auf der Karte von Geyer richtig dargestellt.

Über dem hellen teils quarzreichen, teils muscovitreichen Gneis, der unterhalb des Lanischfalles am Bach ansteht und N 85° W streicht und unter 24° N einfällt, fehlt hier der Liegendmarmor, der durch lichte karbonatreiche, stark gefaltete Glimmerschiefer und reinere Quarzite ersetzt wird. Darüber

Fig. 1.

Kartenskizze. Südostende der Silbereckscholle. Maßstab 1 : 75.000.

folgt nun ein mehrfacher Wechsel von dunklen blättrigen, zum Teil granatführenden Glimmerschiefern, hellen karbonatreichen Schiefern und reineren Marmoren. Das Hangende des ganzen Schieferkomplexes bildet wieder ein heller Granitgneis. Sowohl die Schiefer als der Gneis fallen im hangenden Teil des Profils flacher (20 bis 15°) ein als im liegenden (bis über 45° N).

Auch ist das Streichen im Hangenden N 75—65° W, im Liegenden mehr der Ostwestrichtung genähert. Diese Lagerungsverhältnisse lassen vermuten, daß der ganze Schieferkomplex im Abhang gegen Osten zu auskeilt. In der Tat fehlen die Schiefereinlagerungen weiter im Osten. Das unmittelbare Auskeilen ist nicht zu beobachten, weil über der Stelle des Abhanges eine mächtige Sturzhalde von Gneis liegt.

Die Lagerungsverhältnisse sprechen ferner dafür, daß die Mächtigkeit der Schiefer nach unten zu wächst, daß man es also mit einem von unten her in die Gneismasse eindringenden Schieferlappen zu tun hat, der möglicherweise in der Tiefe und gegen Norden mit der eigentlichen Schieferhülle zusammenhängt. Beweisen läßt sich das allerdings nicht; es könnte sich auch ebensogut um eine ganz (d. h. auch nach unten zu) im Gneis schwimmende Scholle handeln.

Verfolgen wir nun den liegenden Teil der Silbereckscholle auf die Südseite des Lieserbaches. Hier liegen die Schiefer im Hangenden, die Marmore im Liegenden ungefähr parallel dem Abhang des Gebirges. Sie bilden in ziemlich unruhiger welliger Lagerung, wobei aber doch Nordwest-, Nord- und Nordostfallen die Regel bildet, das Eben-Lanischkar. (Vergl. Fig. 2.) Die Marmore reichen höher gegen den Kamm hinauf, der das Liesertal vom Maltatal und dessen Abzweigungen (Melnikkar) trennt, die Schiefer bleiben am Abhang zurück.

Sehr eigentümlich sind nun die Grenzverhältnisse zwischen dem Gneis und dem Marmor. Die Marmoraufschlüsse lassen sich unterhalb des Eben-Lanischsees gegen Südosten bis knapp unter die aus Gneis bestehenden Felsabhänge der Eisenspitze (im Osten des Eben-Lanischkars) verfolgen und tauchen jenseits des von der Eisenspitze nordwärts ziehenden Gneisriegls im Moar-Eissigkar in ungefähr gleicher Seehöhe in mehreren Schollen wieder auf, um unter den steilen Wänden des Schober (Eissig) abermals zu verschwinden.

Nach Süden, an der Wasserscheide gegen das Melnikkar kann man an zwei Stellen (an der Ostwand des aus Bändergneis bestehenden Waschgangs und an den steilen Wänden gegen den obersten Teil des Melnikkars oberhalb der Melnikseen) den Kalk im Gneis auskeilen sehen. In der recht

schwer zugänglichen Gegend des obersten Melnikkars beobachtete ich gleichsam als Fortsetzung der auskeilenden Silbereckscholle noch eine ganze Anzahl von isolierten im Granitgneis liegenden Marmorschollen.

Diese Marmorschollen liegen nicht genau im gleichen Niveau wie das Ende der Silbereckscholle, sondern zum Teil etwas höher, zum Teil beträchtlich (300 bis 400 *m*) tiefer. Leicht zugänglich sind zwei auf mehr als $1^1/_2$ *km* aufgeschlossene Marmorlagen,

Fig. 2.

Eben-Lanischkar von Norden gesehen.

K Silbereckmarmor, *S* Glimmerschiefer im Hangenden derselben, *Gn* Granitgneis, *E L S.* Gegend des Eben-Lanischsees, Hinter der Gneiskette liegt das Moar-Eissigkar, in dem die Fortsetzung des Silbereckmarmors im selben Niveau wieder zum Vorschein kommt, der unter dem Gneis durchziehen dürfte.

die zwischen der Ochsenhütte und den beiden Melnikseen im Melnikkar angetroffen werden. Sie sind beide von Glimmerschiefer begleitet und voneinander durch eine nicht unbeträchtliche Lage von Granitgneis getrennt. In der unteren beobachtete ich einen Gang von stark gefaltetem Aplitgneis, der die flach nordwärts einfallenden Marmorbänke quer durchsetzt. Der Aplitgneisgang streicht von Norden nach Süden und fällt steil nach Westen.

Die eigentümlichen Lagerungsverhältnisse am Südwestende der Silbereckscholle sind recht bemerkenswert. Die Auflösung ihres Randes in einzelne im Zentralgneis schwimmende Schollen ist ein starkes Argument zugunsten jener Ansicht, die im Zentralgneis ein intrusives Gestein erblickt, einer Ansicht, die durch das unverkennbare Gröberwerden des Kornes in den kleinen, ganz im Granitgneis steckenden Marmorschollen und das freilich nur an einer Stelle beobachtete Auftreten einer aplitischen Apophyse im Marmor im Melnikkar noch weiter gestützt wird.

Da der Silbereckmarmor zum Zentralgneis dieselbe Stellung einnimmt wie der Hochstegenkalk im Zillertal, so wird man die Auffassung, die man dem Silbereckmarmor entgegenbringt, auch auf den Hochstegenkalk ausdehnen dürfen.

Hält man nun den Nachweis der intrusiven Natur des Zentralgneises für erbracht, so kommt man meines Erachtens mit zwingender Notwendigkeit zu folgender Alternative, die ich mit Rücksicht darauf scharf hervorheben möchte, weil für den Hochstegenkalk wiederholt der Gedanke ausgesprochen wurde, er möchte mesozoisch sein, so wie es die Kalke und Dolomite der Tribulaungruppe, der Tarntaler Köpfe, des Krimmler Profils usw. sicher sind.

Will man das mesozoische Alter des Hochstegenkalkes vertreten, so muß man — immer den an die Spitze gestellten Satz festhaltend — die Intrusion des Zentralgneises in die Zeit nach dem Mesozoicum verlegen. Hält man aber den Zentralgneis und seine Intrusion für alt, so muß es auch der Marmor der Silbereckscholle und der Hochstegenkalk sein. Zwischen diesen Alternativen hat man zu wählen.

II. Die südliche Fortsetzung der Katschberglinie.

Am Schlusse des vorjährigen Berichtes wurde hervorgehoben, daß entscheidende Beobachtungen über die Natur der Katschberger Störungslinie am Südabhang des Katschbergpasses abzuwarten seien. Im Sommer 1908 konnten die Beobachtungen bis zur Mündung des Radlgrabens bei Gmünd ausgedehnt werden. Als Hauptresultat ergab sich dabei, daß

die alten Glimmerschiefer der Bundschuhmasse an einer Überschiebung die Schieferhülle des Zentralgneises überlagern,[1] und daß sich einzelne Schollen und Fetzen der für mesozoisch angesehenen Dolomite, Kalke und Quarzite längs dieser ganzen Überschiebung nachweisen lassen.

Die Beobachtungen bestätigen also die von Termier[2] zuerst ausgesprochenen Vermutungen und es fehlt jetzt nur ein kurzes Stück an der Südostecke des Hochalmkernes, so ist jener Kranz von mesozoischen Schollen geschlossen, der um das ganze Tauernmassiv herum die Tauerngesteine von den rundherum liegenden älteren Massen sondert, die von allen Seiten her die Tauerngesteine zu überlagern scheinen, wobei eben an der Überschiebungsfläche die Spuren mesozoischer Gesteine eingeklemmt sind. Über die Bedeutung dieser Tatsache und über die Art, wie die Katschberglinie nach Norden in ein ganzes Bündel koordinierter Überschiebungsflächen ausstrahlt, vergleiche man den wichtigen Bericht von V. Uhlig.[3]

Bezüglich der im letzten Bericht noch als oberstes Glied zur Schieferhülle gezogenen Katschbergschiefer hat sich die Auffassung geändert. In dem zitierten Bericht Uhlig's ist bereits die Anschauung vertreten, daß in den Katschbergschiefern Äquivalente des »Schladminger Deckenmassivs« zu erblicken seien. Wie immer sich diese Frage schließlich lösen wird, jedenfalls ist die Hauptmasse der Katschbergschiefer etwas von der normalen Schieferhülle verschiedenes.

Die Randzone des Zentralgneises.

Vom Ostgrat des Kareck, wo im vorjährigen Bericht die Grenze des Zentralgneises gegen die Schieferhülle festgelegt wurde, zieht die Gneisgrenze, in einem sanft geschwungenen Bogen die Zaneischgwiesen mit den alten Goldgruben umfassend, herab ins Tal der Pölla zu einem Punkt 200 *m* westlich von der Kalvarienberg-Kapelle bei Obersdorf. Das Streichen

[1] Wie schon G. Geyer vollkommen richtig erkannt hatte. Verh. der geol. Reichsanst. 1892, 319, 1893, 49.

[2] Bull. soc. géol. France, 4 sér., t. III, 1903, p. 742 et t. V, 1905, p. 626.

[3] Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., I. Abt., Bd. CXVII, Dezember 1908.

der Gneisplatten ist N 15° O, das Fallen ostwärts gerichtet, auf der Höhe etwas flacher als in der Tiefe, im Durchschnitt 20 bis 25°. Die Grenzfläche ist keine Ebene, sondern nach oben flach konvex.

Auf dem gegenüberliegenden südlichen Abhang des Pöllatales ist der äußerste Gneisaufschluß ganz wenig talaufwärts verschoben. Das Streichen ist hier ein wenig geändert: N 45° O, das Fallen 37° SO. Nun zieht die Grenze mit der größten Regelmäßigkeit durch das obere Goslitztal und über den etwas über 2200 *m* hohen Eckpfeiler des Nordgrates der Sternspitze, über den steilen gegen das Lassörntal abfallenden Wänden zu dem Sattel westlich von der Wandspitze. Weiter läuft die Grenze beiläufig längs der Rinne des Feistritzbaches (Faschaun) hinaus zum Maltatal. Der steile Westabhang des Ballons und die steilen Wände des Südabhanges fallen noch dem Gneis zu. Hier hat sich das Streichen wieder mehr nordnordöstlich gewendet (Südwestabhang des Ballons: Streichen N 25° O, Fallen 40° SO).

Genau im Streichen, S 25° W von dem hier festgelegten Grenzpunkt, findet man die Fortsetzung der Gneisschiefergrenze jenseits des Maltatales am Abhang oberhalb Schloß Dornbach. Die ersten Gneisfelsen sind im Wald leicht bemerkbar. Die Lagerung ist hier: Streichen N 30° O, Fallen 30° SO. Von diesem Punkt zieht die Gneisgrenze auf den Kamm der Dornbachalpe in der Seehöhe von 2200 *m*. Hier wendet sich das Streichen abermals mehr der Nordsüdrichtung zu (abgelesen Streichen N 10° O, Fallen 17° O) und behält diese Richtung bei bis herab in den Radlgraben. Am steilen Südabhang der Dornbachalpe ist die Grenze gut aufgeschlossen. In der Tiefe des Radlgrabens ist sie durch Moränenbedeckung verhüllt. In dieser Strecke schlägt das Streichen durch die Nordsüdrichtung manchmal bis N 15° W, ja bis N 25° W aus. Das Fallen ist immer gegen Osten gerichtet, ziemlich gleichmäßig 25 bis 35° O.

Die Gneisgrenze verläuft also unter leichten Krümmungen. Der winklige Verlauf der Gneis-Schiefergrenze auf der geologischen Karte ist somit nicht nur durch den Durchschnitt der von tiefen Tälern gefurchten Terrainoberfläche mit der flach ostfallenden Grenzfläche gegen die auflagernden Schiefer

bedingt, sondern die Grenzfläche ist selbst uneben, und zwar entspricht sowohl dem Pölla- als dem Maltatal eine deutliche Vorwölbung, den beiden Bergkämmen (Reitereck und Dornbachalpe) eine Einbiegung, eine Art Mulde der Grenzfläche.

Die Festlegung der Grenze gegen die auflagernden Schiefer ist zwar überall möglich gewesen, doch ist in manchen Fällen auf eine Zone, die aber sicher nirgends breiter als 100 *m* war, die Grenze unsicher. Zum Teil kommt das davon her, daß die liegendsten Schiefer sich mit dem Gneis verschlieren. Doch wurden einige im Felde für zweifelhaften Gneis angesprochene Lagen bei mikroskopischer Prüfung für Glimmerschiefer erkannt, namentlich durch die helicitische Struktur der Albitporphyroblasten und durch den Gehalt an Turmalin.

Die äußerste Zone des Zentralgneises besteht überall aus Bändergneis. Hellere und dunklere Lagen wechseln miteinander ab, in den Aufschlüssen das Bild eines deutlich geschichteten Komplexes darbietend.[1] Unter den dunklen Lagen finden sich mannigfache Amphibolite, die aber nicht überall nachzuweisen sind; die glimmerarmen, hellen Lagen nehmen bisweilen aplitische Beschaffenheit an. Viele von den dunklen Lagen sind hornblendefrei, führen aber reichlich Epidot, Biotit und Chlorit. Letzterer ist durchwegs optisch positiv, meist schwach doppelbrechend mit unternormalen ins Ledergelbe ziehenden Interferenzfarben. Der Feldspat besteht durchwegs aus ziemlich reinem Albit, enthält oft zentral gehäufte Mikrolithen von Klinozoisit, selten auch Granat. Oft sind seine idioblastischen Körner von einem ganzen Netzwerk von Kalkspat umgeben. Kalifeldspat fehlt in der Regel. Gegen das Innere des Gneiskernes schalten sich dann mehr und mehr normale, öfter porphyrartige Granitgneise ein. Diese normalen Granitgneise wechsellagern auch in mächtigen Partien öfter mit den im ganzen dunkleren, basischeren Bändergneisen. Eigentliche Adergneise, wie sie z. B. am Ostende des Venedigerkernes im Gschlöß auftreten, sind hier in der Randzone, auf die sich obige Beschreibung bezieht, nicht vorhanden.

[1] Diese »scharfe Schichtung« wird auch von Geyer und Vacek als Kennzeichen der »Hornblendegneisgruppe« immer hervorgehoben.

Die Schieferhülle.

Die Schieferhülle schmiegt sich der Oberfläche des Gneiskörpers mit der größten Regelmäßigkeit an und macht getreulich alle die sanften Aus- und Einbuchtungen der Oberfläche des Gneiskernes mit. Auffallend ist die große Regelmäßigkeit des Fallens in dem isoklinalen Schichtpaket. Die Ebenschiefrigkeit macht sich sowohl in den Bergformen im großen als in den einzelnen Aufschlüssen und selbst noch in den mitgebrachten Handstücken bemerkbar. Schichtenbiegungen fehlen natürlich nicht ganz, aber sie sind so selten, daß sie eben ihrer Seltenheit wegen auffallen. An nicht wenigen Stellen zeigt sich eine gegen Südosten gerichtete Streckung, doch ist sie nirgends besonders auffällig entwickelt. Unter den Kluftrichtungen wiederholt sich des öfteren eine, welche auf der Streckungsrichtung senkrecht steht, also N 35—72° O streicht und unter steilen Winkeln (zirka 75°) nach Nordwesten einfällt. Eine zweite Kluftrichtung streicht N 15—50° W bei saigerem bis steil südwestlichem Einfallen. Öfter sind zwei derartige Kluftrichtungen vorhanden, die sich spitzwinklig durchkreuzen.

Obzwar eine genaue Übereinstimmung der an verschiedenen Stellen aufgenommenen Detailprofile nicht vorhanden ist, zeigt sich doch im ganzen Gebiet eine gewisse Gliederung, die wohl auf ursprünglicher Verschiedenheit der aufeinanderfolgenden Schichten beruhen dürfte. (Vergl. das Profil Fig. 3.)

Stets hat man zu unterst unmittelbar über den äußersten Gneislagen lichte muscovitreiche Glimmerschiefer mit mehr oder weniger zahlreichen Porphyroblasten von Albit. Gewöhnlich enthalten diese Lagen kleine Mengen von xenoblastischem Kalkspat, bisweilen kleine Idioblasten von Ankerit. Turmalin ist ein nicht eben seltener akzessorischer Gemengteil. Nicht gar häufig finden sich Bänkchen von lichtgefärbtem Marmor, häufiger Einschaltungen von Quarzit. Durch Graphit dunkel gefärbte Lagen treten durchaus zurück. Die Gesteine sind meist hell gefärbt.

Erst in etwas höherem Niveau stellen sich alsdann dunkle, dünnblättrige phyllitartige Gesteine ein, in denen sich dann einzelne Lagen durch größeren Kalkspatgehalt zu typischen

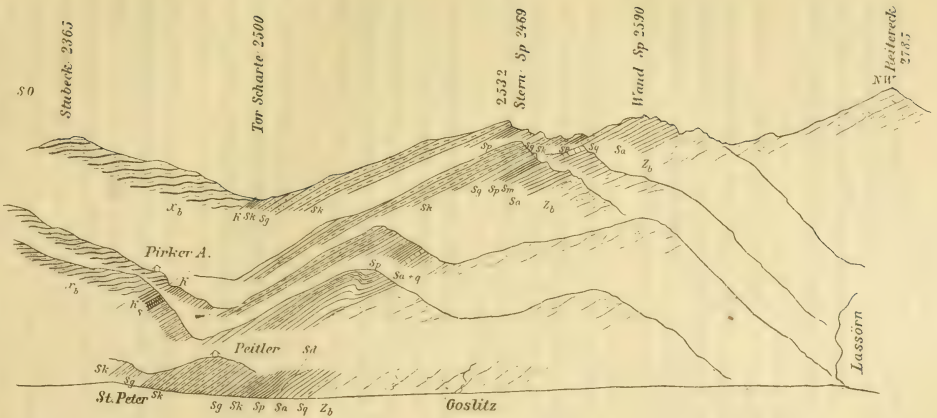


Fig. 3.

Profil durch den Glimmerschiefer der Stubeckgruppe, die Schieferhülle und die Randzone des Zentralgneises. Maßstab 1 : 25000.

xb Biotitglimmerschiefer der Stubeckgruppe.
K Katschbergschiefer.

Sk Kalkglimmerschiefer
Sg Grünschiefer
Sq Quarzit
Sp Dünnblättrige dunkle Phyllite
} der Schieferhülle.

Sa Lichte Glimmerschiefer mit Porphyroblasten von Albit
Sm Feinkörnige bis dichte Marmorlagen
Sd Linse von dolomitischem Kalk
Ss Serpentim
} der Schieferhülle.

Zb Bändergneis, Randzone des Hochalmkerns.

Kalkglimmerschiefern entwickeln. Der Gehalt an dunklen kohligen Bestandteilen ist hier häufig; die Verwitterung zu rostfarbenen »Bratschen« ist sehr verbreitet.

Mit den Kalkglimmerschiefern wechsellagern sodann sehr regelmäßig die typischen Grünschiefer. Unabhängig von den Grünschiefern treten, und zwar in mehreren Niveaus Serpentinlinsen auf, mit der bekannten Begleitung von Topfstein, Talkschiefer, Chloritschiefer usw.

Die ganze Folge variiert in ihrer Mächtigkeit. Am Südabhang des Katschberges dürfte die Gesamtmächtigkeit nur etwa 500 *m* betragen; beträchtlicher ist sie im Gebiet der Wand- und Sternspitze (zirka 800 *m*); im Maltatal ist die Mächtigkeit sehr reduziert, auf der Dornbacheralpe dürfte sie wieder etwa 500 bis 600 *m* erreichen.

Am beständigsten erweisen sich einige der größeren Grünschieferlagen, die man auf lange Strecken verfolgen kann. Dagegen erweist es sich unmöglich, in der Aufeinanderfolge der verschiedenen Varietäten von Kalkglimmerschiefer, Phyllit, Quarzit eine Regel zu erkennen.

Unabhängig von der ursprünglichen Verschiedenheit des Materials in den Gesteinen der Schieferhülle zeigen sich Unterschiede in dem Grad der Metamorphose, und zwar zeigt sich unverkennbar Zunahme der Korngröße und gewisse Änderungen im Mineralbestand bei der Annäherung an die Grenze des Zentralgneises.

Nur im liegenden Anteil der Schieferhülle finden sich in den hellen Glimmerschiefern die Porphyroblasten von Albit, die den Schieferungsflächen ein knotiges Aussehen, dem Querbruch eine fast an Augengneise mahnende Struktur verleihen. Bei den Kalkeinlagerungen ist gleichfalls eine Zunahme der Korngröße gegen den Zentralgneis bemerkbar. Am auffallendsten sind die Unterschiede bei den Grünschiefern. In den dem Zentralgneis benachbarten Lagen treten glasglänzende oder trübweise Albitkörner von Hanfkorn- bis Erbsengröße auf und auf den unebenen Schieferungsflächen stellen sich Flasern von schwarzgrünem Biotit ein. In den vom Gneiskern entfernteren Lagen fehlt der Albit durchaus nicht, aber er bleibt klein oder verschwimmt poikiloblastisch im Grundgewebe.

Biotit tritt zurück oder fehlt ganz und Chlorit beherrscht das Feld.

Die Katschbergschiefer.

Schon im vorjährigen Bericht wurde beschrieben, daß über den ebenschiefrigen Grünschiefern und Kalkglimmerschiefern der Schieferhülle kalkarme bis kalkfreie phyllitische Gesteine folgen, die sich durch eine Reihe von Merkmalen von den anderen Gesteinen der Schieferhülle unterscheiden. Insbesondere wurde hervorgehoben: 1. die Armut an Kalk, 2. die graugrüne Farbe, 3. die unebene Schieferung, 4. die größere Festigkeit und der größere Reichtum an Quarzschwielen. Diese Schiefer wurden als »Katschbergschiefer« bezeichnet und vorläufig noch als ein oberstes Glied der Schieferhülle aufgefaßt.

Das fortschreitende Studium des Baues der Radstätter Tauern hat eine andere Auffassung nahe gelegt, die von meinem Freunde und Kollegen Uhlig und mir schon während gemeinsamer Exkursionen im Katschberggebiet im Sommer 1907 diskutiert worden war, und der nun Uhlig in seinem letzten Bericht zum ersten Male publizistischen Ausdruck gegeben hat.[1]

Darnach sind die »Katschbergschiefer« nicht mit der »Schieferhülle« des Hochalmkerns in Zusammenhang zu bringen, sondern sie erscheinen als Abkömmlinge der Schladminger Masse, deren Gesteine durch tektonische Vorgänge aufs äußerste zusammengepreßt und verschiefert in den Katschbergschiefern vorliegen. Sie sind durch eine anomale Kontaktfläche von der Schieferhülle des Tauern-Zentralgneises getrennt, deren Schnitt mit der Oberfläche von Uhlig Tschanecklinie genannt wird.

Es scheint allerdings auf den ersten Blick gewagt, eine solche Parallelisierung vorzunehmen, und in Gesteinen, die von den bisherigen Beobachtern als Phyllite oder als Tonglimmerschiefer beschrieben wurden, ehemalige Bestandteile eines hochkrystallinen Massivs, alte Glimmerschiefer, Gneise etc.

---

[1] V. Uhlig: Zweiter Bericht über geotektonische Untersuchungen in den Radstätter Tauern. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVII, Abt. I, Dezember 1908.

wiederzuerkennen. Es kann hier im Rahmen eines vorläufigen Berichtes nicht alles erörtert werden, was die definitive Bearbeitung wird beibringen müssen. Es soll auch nicht verschwiegen werden, daß keinesfalls schon alle Fragen, die hier auftauchen werden, bereits gelöst sind.

Insbesondere ist die Abgrenzung der »Katschbergschiefer« gegen die hangendsten Kalkphyllite der Schieferhülle nicht überall leicht und sicher durchzuführen, wenn auch die typischen Hauptmassen beider Ablagerungen als verschieden erkannt wurden. Diese Schwierigkeit ist allerdings eine untergeordnete und mehr von lokaler Bedeutung. Es würde sich darum handeln, daß die Grenze auf der geologischen Karte um gewisse Beträge verschoben würde. Fraglich ist ferner, ob unter den Katschbergschiefern nicht auch Äquivalente der Pinzgauer Phyllite stecken.

Wichtiger ist die fernere Frage, ob es gelingt nachzuweisen, daß in der Tat Gesteine, die ursprünglich Gneise, alte Glimmerschiefer, etwa auch Amphibolite waren, eine Beschaffenheit annehmen, die die bisherigen Beobachter veranlaßte, sie als Phyllite, Tonglimmerschiefer usw. zu bezeichnen. Am Katschberg und in der südlichen Fortsetzung kann dieser Beweis bis jetzt nicht erbracht werden. Ob er hier in der Zukunft gelingen wird, mag offen bleiben. Dagegen lassen sich allerdings aus einer weiter nördlich liegenden Region Beobachtungen beibringen, die mindestens als Wahrscheinlichkeitsbeweis Geltung beanspruchen dürfen.

Es ist die Region des Taurachtales, die in der Kartenskizze Uhlig's zwischen der Weißeneckdecke und der Tauerndecke liegt (II und IV bei Uhlig l. c.). Sie zieht sich von Mauterndorf am Fuß der steilen Wände des Taurachtales bis Tweng und bedeckt in flacher, dem Abhang nahezu paralleler Lagerung auch die westliche Talflanke.

Von Geyer[1] stammt eine ganz vortreffliche Schilderung des Aussehens und des Auftretens dieser Gesteine. Er rechnet sie zu dem oberen Kalkglimmerschieferzug über den Chloritschiefern. Er hebt hervor, daß gewisse Teile durch den Gehalt

[1] Verhandl. der Geol. Reichsanst., 1893, p. 57.

an Feldspat petrographisch zum Gneis zu rechnen wären; er meinte aber, die gerundete Form der Quarz- und Feldspatkörner spreche für klastischen Ursprung und in manchen Teilen sehe das Gestein konglomeratartig aus[1] (Schloßberg von Mauterndorf).

Vacek[2] rechnet diesen Zug, soweit er auf dem linken Ufer des Tauernbaches liegt, zu seinen Sericitgneisen, die er zwischen seine unteren Hornblendegneise (d. i. die basische Randfazies des Hochalmkerns) und seine oberen Hornblendegneise (d. i. der Zug von Amphiboliten im Südwesten der Schladminger Masse) in sein »Gesamtgneisprofil« einreiht, dagegen den Teil am rechten Ufer zur Kalkphyllitgruppe.

Auf der Karte von Frech[3] sind diese Gesteine soweit sie in das von ihm dargestellte Gebiet fallen, als: Quarzphyllite (Tonglimmerschiefer) kartiert und im Text wird sehr entschieden gegen die Zurechnung dieser Gesteine zu einem Gneishorizont Front gemacht.

Rosiwal[4] verdanken wir eine Anzahl recht guter objektiver Beschreibungen der Dünnschliffe von Gesteinen, die hieher gehören.

Ich hatte zuerst im Jahre 1905 Gelegenheit, Gesteine dieser Zone zu sammeln, und zwar die groben Flaser- und Knotengneise von Mauterndorf. Ich beobachtete an den Felsen beim Schloß und in dem kleinen Steinbruch östlich von der Poststraße unmittelbar nördlich von Mauterndorf das anstehende. Das Gestein zeigt sich ausgezeichnet parallel gebankt und von regelmäßigen Klüften durchzogen. Die Bänke zeigen einen Wechsel von mehr schiefrigen und durch knotig hervortretende

---

[1] Wie sehr in derartigen, stark mechanisch mitgenommenen Gesteinen die Struktur an klastisches Gefüge erinnern kann, habe ich an dem Gneis des Kellerjochs erfahren, den ich eine Zeitlang, so wie F. E. Suess (das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1894, p. 629) für ein klastisches Sediment hielt, ehe ich mich von der Gneisnatur überzeugte (Anzeiger Akad. d. Wissensch. 1898, p. 14).

[2] Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt, 1884.

[3] F. Frech, Geologie der Radstädter Tauern (geolog. und palaeontolog. Abhandl. Ber. von E. Koken, N. F. Bd. V, Heft 1, 1901).

[4] Verhandl. der Geol. Reichsanstalt, 1893, p. 365.

Feldspate blastoporphyrischen Lagen; einzelne Lagen haben aplitische Beschaffenheit. Die Feldspataugen sind sehr stark zerbrochen, die dunklen Lagen zeigen keinen deutlichen Glimmer, sondern ein stumpfgrünes Gemenge von Sericit und Chlorit. Auf den Schieferungsflächen bildet Sericit und Chlorit feine und zarte, schwach seidenglänzende Häutchen.

Die Bankung fand ich im Steinbruch N 30° W streichend unter 30° NO fallend, Klüfte streichen: *a)* N 60° O, saiger und *b)* N 33° W mit südwestlichem Fall unter 70°. Stellenweise ist in einer feinen Runzelung auf den Schieferungsflächen eine Streckung angedeutet, welche unter 20° sich in der Richtung S 55° O senkt (Beobachtung an den Felsen beim Schloß). Ähnliche Lage der Streckungslinien ist in der ganzen Gegend nachweisbar.

Dieses Gestein wird auch von Frech als Gneis anerkannt, der darin ein Wiederauftauchen des Tauern-Zentralgneises erblicken möchte.

Im Jahre 1907 konnte ich dann unter freundlicher Führung meines Kollegen Uhlig an zwei anderen Stellen Gesteine dieser Zone sammeln und zwar erstens südwestlich von Tweng am rechtseitigen Abhang des Taurachtales am Wege gegen die Ambrosalpe, etwa 80 *m* über der Talsohle. Die Beobachtungen am anstehenden waren hier mangelhaft, die Aufschlüsse ungünstig. Die mitgenommenen Handstücke zeigen ein graugrünes Gestein mit unebenen, gekrümmten Schieferungsflächen, auf dem Hauptbruch zeigen sich zahlreiche, häufig verbogene Schuppen von Muscovit, auf dem Querbruch sieht man eine geflammte und flasrige Zeichnung von trübweißen und von dunkel graugrünen Flecken.

Dieses Gestein erweist sich nach der petrographischen Untersuchung trotz seines phyllitähnlichen Habitus als wahrscheinlicher Abkömmling eines Gneises. Um von der Beschaffenheit dieses Gesteines eine genauere Vorstellung zu vermitteln, sei das Folgende angeführt:

Im Dünnschliff. Das Gestein erscheint sehr ungleichkörnig. Quarz bildet relativ große Linsen, manche davon bestehen aus einem einzigen Individuum, das den bekannten Zerfall in längliche Felder ungefähr parallel der Hauptachse zeigt. Auch kommen Aggregate größerer Körner vor, wie im Granitquarz. Im

Längsschliff haben sie im allgemeinen Linsenform, sind von Strähnen von Sericit umschlossen und in den Streckungshöfen findet sich ein granoblastisches Aggregat rundlicher Quarzkörner. Neben reinen Quarzkornflasern finden sich andere, in denen sich auch Feldspat beteiligt, der stark von feinen Glimmerschüppchen durchsetzt ist und sich durch Lichtbrechung, Charakter der Doppelbrechung, Lage der Auslöschungsrichtung in Schnitten senkrecht zu γ als Albit bestimmen ließ. Nicht selten beobachtet man Spuren idiomorpher Entwicklung gegen Quarz. Manche Körner zeigen einen einschlußreichen Kern und eine schmale einschlußfreie Hülle. Außerdem kann man beobachten, wie die großen Feldspate in die benachbarten Sericit- und Chloritsträhne hinein wuchern.

Der dritte, auffallende Gemengteil ist Muscovit. Er tritt in ziemlich großen Schuppenaggregaten auf; die einzelnen Individuen sind häufig verbogen, aufgesträubt und in ein feinschuppiges Aggregat von feinen Glimmerschüppchen gleichsam verflößt. Die Doppelbrechung dieses Glimmers ist die normale des Muscovit.

Auch der Chlorit bildet gesonderte Flasern aus größeren Blättern bestehend, die bei schiefer Lage gegen die Parallelstruktur oft einseitig aufgeblättert sind. Der Chlorit ist sehr schwach doppelbrechend bei übernormalen hellbläulichen Interferenzfarben und negativem Charakter der Doppelbrechung, wie sie häufig bei Chlorit beobachtet werden, der sekundär aus Biotit entstanden ist. Diese Bildungsweise wird noch ferner wahrscheinlich gemacht durch die dichte Bestreuung dieser Chloritflasern mit feinsten Titanitkörnchen, die besonders an den Rändern und längs der Spaltflächen der Durchschnitte von Chlorit sich anhäufen.

Zwischen diesen gröberen Bestandteilen winden sich nun strähnig Lagen und dünne Flasern von etwas wechselnder Beschaffenheit: Bald feinkörnig granoblastische Kornflasern von Quarz mit untergeordneten Albitkörnern, bald Aggregate von kleineren Quarz- und Albitkörnern mit zwischengelagerten vielfach xenoblastischen Chloritschüppchen, bald innige Gemenge von Sericit- und Chloritschuppen.

Akzessorisch finden sich außer den schon erwähnten mikroskopisch kleinen Körnchen und Körnerhäufchen von farblosem Titanit noch Rutil in etwas derberen dicken Säulchen, die öfter leukoxenartig von einem Kranz von Titanitkörnchen umgeben sind. Ferner ziemlich große, nicht selten zerbrochene längliche Körner von Apatit, endlich ganz vereinzelt einige ziemlich große Krystalle von Orthit. Er ist blaßbräunlich gefärbt, nicht sehr stark doppelbrechend. Ein nahezu senkrecht γ getroffener Schnitt zeigt merklichen Pleochroismus, α heller gelblichbraun, β dunkler graubraun und einen recht kleinen Winkel $2V = 40°$.

Zur selben Zeit sammelte ich an der Straße von Tweng nach Mauterndorf an einem unmittelbar an der Straße gelegenen Aufschluß südlich vom Edenbauerhof eine fernere Probe.

Der stark geschieferte Fels zeigt Schieferungsflächen mit Streichen N 45° W, Fallen 45° NO. Die durch Fältelung der Schieferungsflächen merkliche Streckung senkt sich unter 35° in der Richtung S 60° O. Klüfte streichen N 30° O, fallen 50 bis 60° NW, stehen also beiläufig senkrecht auf der Streckung, wie das die Regel ist.[1]

Das Handstück zeigt lichtgraugrüne Färbung. Auf quer zur Schieferung und Streckung hergestellten Schliffen zeigt sich deutliche Fältelungsclivage. Zwischen den aus feinem Sericit und Chloritschüppchen bestehenden Gleitflasern zeigen sich *s*-förmig gekrümmte, auch zu *c*-Falten verbogene Lagen, die abwechselnd dunkler und heller gefärbt sind.

Im Dünnschliff zeigen sich folgende Minerale als Hauptgemengteile: Quarz, Albit, Muscovit, Chlorit, Calcit. In kleinen Mengen: Apatit, Turmalin, Rutil, Titanit. Von Eisenerzen findet sich Pyrit größtenteils in dichtes Brauneisen verwandelt.

Die Lagenstruktur kommt durch abwechselnd quarzreichere und glimmer- und chloritreichere Lagen zustande. In den quarzreichen Lagen findet sich Albit in unverzwillingten Körnchen, die von den Quarzkörnern durch die geringere Lichtbrechung unterscheidbar sind. Zweiachsigkeit, positiver Charakter der Doppelbrechung und die Lage der Achsenebene gegen Spaltrisse nach P läßt Albit mit Sicherheit erkennen. Der Albit macht höchstens ein Drittel bis ein Viertel der Quarzmenge aus, in den chloritreichen Lagen ist er häufiger als Quarz.

Der Muscovit und der Chlorit treten in Schüppchen auf von ungefähr gleicher Größe. Ersterer hat normale Doppelbrechung, der letztere ist fast isotrop, aber deutlich pleochroitisch. Die abwechselnden Lagen sind flach, *s*-förmig gekrümmt und die Enden schmiegen sich an die durchziehenden Gleitflasern, in denen Muscovit und Chlorit vorherrschen. In den glimmerreichen Lagen und Gleitflasern treten winzige Häufchen von porzellanweißer Farbe auf, die sich als Anhäufungen winziger Titanitkryställchen erkennen lassen; sie sind nicht selten von etwas trüben länglichen Körnchen von honiggelbem Rutil begleitet. Turmalin in länglichen Krystallen von schmutziggrüner (ω) und blaß rötlichvioletter (ε) Farbe ist ziemlich selten. Apatit in einzelnen länglichen Körnern.

Calcit bildet etwas größere Körner, die immer den Quarzlagen eingelagert sind, manchmal einzeln auftreten, manchmal reihenförmig angeordnet

[1] Bemerkenswert ist die Übereinstimmung der Streckungsrichtung in diesem Zug und in verschiedenen Teilen der Schieferhülle. Dies spricht nicht dafür, daß die entscheidenden tektonischen Bewegungen in der »lepontinischen« Schieferhülle und in den »Decken« voneinander unabhängig waren.

sind, so daß sie eine ganze Lage bilden. Bemerkenswert ist die xenoblastische Ausbildung der Calcitkörner, in welche Albit und Quarz mit rundlich konvexen Formen eingreifen.

Korngröße: Albit, Quarz, Muscovit, Chlorit etwa 0·02 bis 0·03 *mm* ziemlich gleichmäßig. Calcit etwa dreifach so groß.

An diesem Gestein läßt sich die Abstammung von einem ehemaligen Gneis nicht erweisen, obgleich im mikroskopischen Bild eine große Ähnlichkeit mit dem Gestein der Ambrosalpe vorhanden ist. Das Aussehen der Gleitflasern aus Sericit ist genau das gleiche; aber auch die granoblastischen Quarzlagen und die aus Sericit, Chlorit und Albit gemischten Lagen sehen gewissen Teilen des Dünnschliffes von der Ambrosalpe zum Verwechseln ähnlich, ebenso die Rutilkörner. Bedeutungsvoll ist der Gehalt an Turmalin und die Lagen von Calcitkörnern. Sehr viele Handstücke von Zillertaler und Pinzgauer Phylliten zeigen dieselbe Beschaffenheit. Andrerseits bedeutet der Gehalt an Orthit im Gestein von der Ambrosalpe einen wichtigen Unterschied.

Äußerlich stehen sich beide Gesteine so nahe, daß die Trennung beider Gesteinsarten im Felde gewiß äußerst schwierig wäre.

Aus demselben Zuge hat Rosiwal ein Vorkommen beschrieben: Granatgneis, unter dem Quarzitlager zum Teile mit Hornblendegneis wechselnd bei Burbauer, Tweng S (Verh. der geol. Reichsanst. 1893, p. 367, Nr. 4).

Im eigentlichen Gurpetscheckzug, der über den Quarziten, Dolomiten und Kalken der Tauerndecke liegt und sich über die Fauninghöhe, Gurpetscheck zur Seekarspitze fortsetzt, fehlen diese phyllitähnlichen Gesteine gleichfalls nicht, doch scheinen hier nach den vorhandenen Beobachtungen (vergl. namentlich Rosiwal, l. c. Nr. 3) die Übergänge zu normalen krystallinen Schiefern häufiger zu werden.

Fassen wir das über die Gesteine dieses Zuges Bekannte zusammen, so haben wir hier unter der täuschenden Maske von »Tonglimmerschiefer, Quarzphyllit, Sericitschiefer« usw. mit echten Phylliten, d. i. normalen Sedimenten, die zu Sericit-Chlorit-Phylliten metamorphosiert sind, Gesteine zusammengeworfen, die einmal Gneise und Glimmerschiefer waren, aber

durch tektonische Vorgänge ihre jetzige phyllitähnliche Beschaffenheit angenommen haben.

Die Klassifizierung und Benennung der letzteren Gesteine macht Schwierigkeiten. Das Wesentliche an ihnen ist, daß sie eine Art rückschreitende Metamorphose erlitten haben. Sie als Phyllite, Tonglimmerschiefer usw. zu bezeichnen, wozu ihr Mineralbestand und häufig auch ihre Struktur in vielen Fällen allerdings berechtigen würde, geht doch nicht recht an, denn sie sind doch etwas anderes als ein Sediment, in dem die Metamorphose nur bis zur Bildung von Sericit und Chlorit vorgeschritten ist.

Ebensowenig würde aber die Bezeichnung Gneis oder in anderen Fällen Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer entsprechen, man müßte denn einen erläuternden adjektivischen Beisatz machen.

Daher schien es nicht unzweckmäßig Gesteinen, die eine rückschreitende Metamorphose durchgemacht haben, einen besonderen Namen zu geben. Wir schlagen dafür den Namen Diaphthorit vor (von διαφθείρω, ich verderbe, zerstöre).[1]

Der Name Diaphthorit soll dann gebraucht werden, wenn der ursprüngliche Mineralbestand und die ursprüngliche Textur völlig oder fast völlig verschwunden ist, während das Beiwort diaphthoritisch (z. B. diaphthoritischer Gneis, diaphthoritischer Glimmerschiefer usw.) Anwendung finden soll auf Gesteine, die ihren ursprünglichen Mineralbestand und ihre Struktur noch erkennbar durchschimmern lassen. Hiernach wären im Schieferzug Mauterndorf—Tweng[2] zu bezeichnen als:

Diaphthoritischer Gneis:

Der Gneis von Mauterndorf,

»Flasriger Gneis«, Schroffen unter Veitlbauer, Mauterndorf (Rosiwal, l. c. V. R. A., p. 366, Nr. 1).

---

[1] Über Diaphthorite, Vortrag gehalten in der Wiener Mineralogischen Gesellschaft, 19. April 1909. Min. petr. Mitt. 28.

[2] Über die Proben, welche Milch untersucht hat (Frech, Radstädter Tauern, p. 6), kann ich auf Grund der kurzen Diagnosen zu keinem entscheidenden Urteil kommen.

Diaphthorit eines Gneises:

Gestein südwestlich von Tweng, gegen die Ambrosalpe,

»Phyllitgneis«, Anstieg zur Moseralpe bei Mauterndorf, (Rosiwal, l. c. p. 367, Nr. 5).

»Sericitgneis«, Fanninghöhe bei Mauterndorf (Rosiwal, l. c. p. 367, Nr. 6).

Diaphthoritischer Glimmerschiefer:

»Granatglimmerschiefer«, Fuß des Gurpetscheck bei der Kasner Alpe (Rosiwal, l. c. Nr. 3).

Diaphthorit eines granatführenden Schiefergneises:

»Granatgneis« unter dem Quarzitlager bei Burbauer, Tweng S (Rosiwal, l. c. p. 367, Nr. 4).

Sericit-Chlorit-Phyllit:

Gestein südlich vom Edenbauer.

Ist die Verschieferung sehr weit vorgeschritten, so muß es natürlich sehr schwer sein, einen Diaphthorit von einem sedimentären Schiefer gleicher Krystallisationsstufe zu unterscheiden, und es kann für diese Unterscheidung kein Rezept gegeben werden. Gewisse Accessoria werden in manchen Fällen einen Fingerzeig liefern, die sorgfältigste Beurteilung aller Umstände: des Auftretens, der Zusammensetzung, der Struktur kann allein den Ausschlag geben und es mögen Fälle vorkommen, wo eine Entscheidung überhaupt unmöglich wird.

In diesem Stadium der Erkenntnis befinden wir uns gegenüber den Schiefern des Katschberges und deren südlicher Fortsetzung. Ist schon in dem Schieferzug von Tweng die Scheidung von Phylliten, d. h. Abkömmlingen von Sedimenten in direkter Metamorphose und Diaphthoriten der Gneise und Glimmerschiefer im Felde fast unmöglich, so wird das am Katschberg, wo die tektonischen Linien 1 und 4 näher zusammenrücken, ganz aussichtslos. Hier und in ähnlichen Fällen gebrauchen wir den Terminus Katschbergschiefer, und wenn wir auch ahnen, daß wir damit einen vorläufigen Hilfsbegriff eingeführt haben, der später womöglich wieder ver-

schwinden sollte, so sind wir doch sehr weit entfernt, dieses Programm in Praxis umsetzen zu können.

Die Südseite des Katschbergpasses.

Im vorjährigen Berichte wurde die Möglichkeit erörtert, daß die Einlagerungen von mesozoischem Kalk und Dolomit, die den Katschbergschiefern auf- und eingelagert sind, sich gegen Süden ausheben. Das hat sich als irrig erwiesen. Vielmehr finden sich, und zwar mitten in der breiten Zone von Katschbergschiefern im Süden des Passes schmale Züge von dolomitischem Kalk und gebändertem Marmor bis herab ins Katschtal. Sie hängen nicht unmittelbar mit der Kalkplatte des Untertschaneck zusammen und ihre Mächtigkeit ist in der Tiefe des Katschtales gering; aber die Ähnlichkeit des Gesteins, die Verquickung mit feingefältelten dunklen Schieferlagen (Pyritschiefer) ist so in Übereinstimmung mit den Tschaneckschollen, daß man an der Zugehörigkeit zum Mesozoicum nicht zweifeln möchte. Außer zwei hintereinander liegenden Kalkzügen, die von der Katschbergstraße gekreuzt und angeschnitten werden, liegen noch ein paar zerstreute winzig kleine Schollen, die im Katschbergschiefer zu schwimmen scheinen, weiter westlich.

Die Lagerung des Katschbergschiefers ist auf der Südseite des Katschbergpasses noch unruhiger als auf der Nordseite und der Gegensatz gegen die ebenschiefrige Schieferhülle ist höchst auffällig. Insbesondere im südlichen Abschnitt bei dem Weiler Adenberg ist ein Umschwenken des Streichens in Südwesten zu bemerken, das eine Einengung der Zone der Katschbergschiefer gegen Süden vorbereitet.

Die Abgrenzung der Katschbergschiefer gegen die Schieferhülle ist nicht ganz sicher, da im Hangenden der letzten Grünschiefer licht gefärbte Phyllite folgen, die stellenweise kalkarm werden und sich nicht mit Sicherheit von den Katschbergschiefern trennen lassen. Eine Dislokationslinie läßt sich nicht erkennen.

Östlich von den Katschbergschiefern findet man überall eine scharfe Grenze gegen den Granatglimmerschiefer des

Aineck. Bei einiger Aufmerksamkeit kann man trotz der dichten Bewaldung und mangelnder Aufschlüsse die Grenze des Granatglimmerschiefers am plötzlich steiler werdenden Böschungswinkel des Terrains erkennen. Südlich bildet der Graben östlich vom Lerchbüchel die Grenze. Unmittelbar an der Überschiebungsgrenze erweist sich auch der Granatglimmerschiefer stark diaphthoritisch. In größerer Entfernung nimmt er aber bald ein gesünderes Aussehen an, wenngleich er auch da viel Sericit und Chlorit als unverkennbare Neubildung enthält.

Fortsetzung der Katschberglinie zwischen Katschtal und Maltatal.

In dem Gebirgsstück zwischen Katschtal und Maltatal ist die Grenze zwischen der Fortsetzung der altkrystallinen Glimmerschiefer des Aineck und der Schieferhülle an einigen Punkten recht gut aufgeschlossen. Die Granatglimmerschiefer setzen die Gruppe des Stubeck zusammen. Hier erweisen sich durchaus nicht alle Lagen des Gesteins als granatführend, dagegen ist Biotit in größeren Schuppen immer vorhanden. Die Biotitschuppen sind aber fast stets verbogen, geknickt, mit Flasern von feinschuppigem Sericit und Chlorit gleichsam verflößt. Der Unterschied dieser Gesteine mit den biotithaltenden Schiefern der Schieferhülle, mit ihren spiegelebenen blanken Biotittäfelchen ist sehr auffallend. Die Felsen dieses Glimmerschiefers zerfallen in große unregelmäßige Blöcke. Regelmäßig anhaltendes Streichen und Fallen ist nicht zu konstatieren. Vielmehr zeigt sich auch an räumlich beschränkten Aufschlüssen eine auffallende Verfaltung und Verknetung des Gesteins. Der Kamm der Berggruppe ist trotz weitgehender Bedeckung mit Rasen nicht arm an Aufschlüssen. Neben dem herrschenden biotithaltigen Glimmerschiefer finden sich spärlich Einlagerungen von Quarzit in bescheidener Mächtigkeit, andere untergeordnete Lagen sind graphitreich, dünnblättrig, stark gefältelt; endlich wurde am Ost- und Südhang des mit Kote 2188 bezeichneten Vorgipfels des Karecks (auf der Karte unrichtig Koröck) ein Zug von undeutlichem Garben-Amphibolit angetroffen. Wie man sich im Liesertal überzeugen kann, sind die Schiefer der

Stubeckgruppe zu Falten gestaut, die ungefähr von Osten nach Westen streichen, deren volles Verständnis aber die Untersuchung der ganzen Bundschuhmasse zur Voraussetzung hätte. Nur in der Nachbarschaft der Katschberglinie findet man stellenweise ein Anschmiegen an deren Verlauf.

Wo immer man im Landschaftsbild die Stubeckgruppe gleichzeitig mit den Spitzen der Schieferhülle sieht, tritt der Gegensatz ihrer rundlich kuppigen Bergformen zu den scharf geschnittenen isoklinen Graten und Spitzen der Tauernberge mit greifbarer Deutlichkeit hervor. Es sind zwei grundverschiedene Gebirge, die hier an einer scharfen Grenzlinie aneinander stoßen.

Die Grenze zwischen dem Granatglimmerschiefer der Stubeckgruppe und der Schieferhülle ist auf der Südseite des Katschtales durch Moräne verhüllt. Weiterhin folgt sie der Ostkante der tiefen Erosionsschlucht des Wolfsbaches, doch sind hier die Aufschlüsse wegen der Bewaldung spärlich und unübersichtlich. Besser werden sie bei der Pirkerhütte und auf der Torscharte. Zwischen diesen beiden Punkten ist die Grenze durch Alluvialboden und mächtige Moränen verhüllt.

An der erstgenannten Stelle (Pirkerhütte) bietet sich folgendes Profil von Osten nach Westen (vergl. die Profile Fig. 3 und 4).

1. Die stark bewachsenen Abhänge oberhalb der Terrasse, auf der die Almhütten der Pirkeralm liegen, bieten zwar keine Aufschlüsse, doch lassen die überall herumliegenden grobblockigen Lesesteine keinen Zweifel, daß man sich hier noch im Gebiet des Granatglimmerschiefers befindet. Am steilen Abhang unter der Pirkerhütte stehen Felsköpfe heraus, die noch den Glimmerschiefer erkennen lassen, wenngleich in stark verquetschtem, sericitisiertem und gebleichtem Zustand (diaphthoritisch).

2. Darunter folgt eine nur 5 bis 6 *m* mächtige Lage von lichtgelblichgrauem, feinkörnigem Quarzit in sehr unruhiger, wellig gefalteter Lagerung, darin förmlich eingeknetet einzelne Schollen von dichtem Kalk (Äquivalent der Tauerndecke).

3. Darunter folgen sodann stark verquetschte Schiefer, die in ihrem Aussehen den Katschbergschiefern gleichen, und zwar

einer chloritreicheren Varietät derselben. Diese Lage ist in ihrem unteren Teile durch sehr großen Gehalt an Quarzschmitzen ausgezeichnet. Sie ist ungefähr 50 *m* mächtig (Katschbergschiefer).

4. Dann folgen — immer unter Winkeln von zirka 30 bis 40° östlich einfallend — lichtgrünliche Kalkphyllite, ziemlich ebenschiefrig und zirka 40 *m* mächtig.

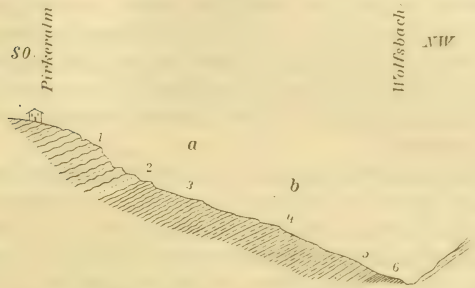


Fig. 4.

Profil durch die Grenzzone zwischen Glimmerschiefer der Bundschuhmasse und Schieferhülle bei der Pirkeralm, Wolfsbachtal.

1. Granatglimmerschiefer, in den unteren Teilen stark verschiefert (diaphthoritisch).
2. Quarzit, stark verfaltet, mit eingekneteten Kalkschollen.
3. Katschbergschiefer.
4. Lichtgrünlicher Kalkphyllit.
5. Grünschiefer.
6. Grauer blättriger Kalkphyllit, nimmt gegen das Liegende mehr Kalk auf, Kalkglimmerschiefer. *a)* Katschberglinie, *b)* Tschanecklinie. Niveauunterschied zwischen Pirkeralm und Wolfsbach zirka 140 *m*. Maßstab 1 : 5000.

5. Dann typischer Grünschiefer zirka 20 *m*.

6. Am Fuß des Abhanges nochmals dünnblättrige Kalkphyllite von grauer Farbe, die jenseits des Wolfsbaches kalkiger werden und zum Sternspitz hinaufziehen.

In 2 erkennt man die mesozoische Katschbergdecke, in 3 die Katschbergschiefer in enormer Verdünnung; mit 4 beginnt die Schieferhülle. Zwischen 1 und 2 liegt die Katschberglinie, zwischen 3 und 4 die Tschanecklinie, doch ist keine scharfe

Grenzlinie zu finden. Die verschiedenen Schiefer scheinen ineinander überzugehen. Etwas nördlich von der Pirkerhütte schaltet sich zwischen 3 und 4 eine etwa 200 *m* lange und 10 *m* mächtige Linse von sehr gut erhaltenem Antigoritserpentin ein.

Der Almweg von St. Peter zur Pirkerhütte hinauf bewegt sich in der Nähe der Grenzregion. An mehreren Stellen sind hier kleine Schollen dichten kompakten gelblichgrauen dolomitischen Kalkes, sowie von Quarzit anzutreffen, doch sind die Aufschlüsse in dem dicht bewaldeten Gebiet unzulänglich.

An der Torscharte ist ein zweiter Punkt, wo die Grenzregion studiert werden kann. Leider ist die Terrainzeichnung der Karte 1 : 25.000 hier recht mangelhaft. (Vergl. Profil Fig. 3. Die Einzelheiten können in dem kleinen Maßstab nicht dargestellt werden.)

Östlich der Scharte stehen die Glimmerschiefer des Stubeck an. In der Nähe der Scharte zeigen sie in besonders hohem Maße jene diaphthoritische Verfaltung, die schon früher erwähnt wurde. Das Streichen der Sattelachsen ist N 65—75° O, schließt also fast 45° mit dem Streichen der Schieferhülle an dieser Stelle ein. Das Fallen vorherrschend südöstlich, wobei steilere, fast saigere Nordwest-Schenkel mit flachfallenden länger ausgedehnten Südost-Schenkeln wechseln. Das Gestein sieht recht zersetzt und zerquält aus; ein halbwegs frisches Handstück für die Untersuchung zu schlagen, ist unmöglich.

Westlich der Scharte fallen von den Abhängen der Wandspitze mit großer Regelmäßigkeit die Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer der Scharte zu. Das Streichen ist nordöstlich, das Fallen 30—40° SO.

Dazwischen auf dem Riegel unmittelbar nordwestlich der Scharte liegt eine etwa 50 *m* breite Zone, in welcher das vorwaltende Gestein ein jämmerlich gefalteter und gequälter, bald mehr quarzitischer, bald mehr dunkelgrüner chloritischer Schiefer ist. Ihm sind ohne erkennbare Regel einzelne größere und kleinere Schollen von dünngeschiefertem, in klingende Platten zerfallendem, gelblichgrauem, dichtem Kalk, ferner Schollen von Quarzit eingelagert. Auch einige kleine Felsköpfe von Serpentin wurden beobachtet. Der ganze Komplex zieht sich eine Strecke von etwa $^3/_4$ *km* längs des Fußes der Wand-

spitze ins Wolfstal hinein und verschwindet unter der Moräne, die den Talgrund erfüllt. Die eingelagerten Kalkschollen sind von sehr verschiedener Größe. Die bedeutenderen, deren ich etwa 4 bis 5 zählte, lassen sich in der Karte 1 : 25000 noch ausscheiden. Kleinere erreichen nur einige Quadratmeter.

Die Fortsetzung dieser Grenzzone durch die Faschaun ins Maltatal bedarf noch weiteren Studiums. Es scheint aber, daß günstigere Aufschlußpunkte nicht reichlich zu finden sein werden.

Die weitere Fortsetzung ist dann am Ende des Bergspornes zwischen Maltatal und Radlgraben zu suchen. Die Aufschlüsse sind zwar auch hier sehr ungünstig, durch Moränenbedeckung, dichte Bewaldung und Bedeckung mit Sumpfstrecken. Doch ließ sich bis jetzt folgendes feststellen:

Die flache Kuppe des Ebenwaldes besteht aus dem alten Glimmerschiefer, der auch hier in der Regel granatfrei ist und Übergänge in Quarzit bildet. Die Lagerung ist wechselnd; im ganzen scheint eine NW—SO streichende Synklinale vorhanden zu sein, also wieder ein Lagerungsverhältnis, das mit dem regelmäßigen Nordost-Streichen der Schieferhülle grell kontrastiert.

Die steilen Abhänge der Dornbachwiesen werden von den früher geschilderten teils Südost teils Ost fallenden Gesteinen der Schieferhülle gebildet.

Zwischen beide Gebirgsteile legt sich nun bei Dornbach eine ziemlich beträchtliche Scholle von gelblichweißem, dichtem, dolomitischem Kalk. Er ist undeutlich geschichtet, zum Teil durch junge Brüche (vielleicht mehr Gehängeverrutschung), zum Teil durch Erosion in mehrere Teilschollen aufgelöst, begleitet von ziemlich ausgedehnten Quarzitausbissen im Liegenden und einem den Katschbergschiefern gleichenden, phyllitischen Schiefer im Hangenden.

Ferner tritt westlich vom Ebenwald ein ganz bedeutender Serpentinstock zutage, der Lage nach vollkommen vergleichbar dem kleinen Serpentinstock im Wolfstal, aber von mehr als hundertfacher Ausdehnung (in der Literatur als Serpentin vom Radlgraben bekannt).

Wo dieser ausgedehnte Serpentinstock im Radlgraben an die Gesteine der Schieferhülle angrenzt, sind abermals kleine Schollen von kompaktem, dolomitischem Kalk und von weißen Quarziten zu beobachten, doch erfordern die dortigen komplizierten Lagerungsverhältnisse noch weiteres Studium. Leider deckt den größten Teil dieser Grenze eine mächtige Moränendecke. Ebenso ist der Kontakt des Serpentins mit den alten Schiefern unter glazialem Schutt verborgen.

Fassen wir die Einzelbeobachtungen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Auf der sanft gewellten, nach Ost abfallenden Oberfläche des Zentralgneises, dessen hangende Partien hier durchwegs als Bändergneis (= Hornblendegneis Vacek und Geyer) entwickelt sind, liegt der Gneisoberfläche sich überall anschmiegend und isoklinal im ganzen nach Osten und Südosten abfallend die Schieferhülle: im Liegenden aus lichtem Glimmerschiefer mit Einschaltungen von Quarzit, seltener kleinen Marmorlagen, im Hangenden aus einer Wechsellagerung von Kalkglimmerschiefer (mit lichten Kalkmarmoren, Quarziten, dünnblättrigen Phylliten) und Grünschiefer bestehend. Der ganze Komplex sehr ebenschiefrig mit einer gegen Südosten sich senkenden Streckung versehen und senkrecht zu dieser Streckung von ebenen, steil nordwestlich fallenden Klüften durchsetzt.

Weiter östlich folgt in unregelmäßiger Lagerung der Granatglimmerschiefer der Bundschuhmasse und deren Zubehör (granatfreie Glimmerschiefer, Quarzit, Amphibolit).

Zwischen beiden eine oft nur sehr schmale Zone, in welcher sehr verquetschte, von Harnischen durchzogene, chloritisch-sericitische Schiefer, größere und kleinere Schollen von lichtem, ziemlich dichtem Kalk und Dolomit, Lagen von Quarzit eingebettet sind. Dieser Zone, und zwar in unmittelbarer Berührung mit den Gesteinen der Schieferhülle gehören auch kleinere und eine sehr bedeutende Linse von Antigorit-Serpentin an.

Diese Zwischenzone fällt flach gegen Südost unter die in der Nähe der Grenze gleichfalls stark verquetschten altkrystallinen Schiefer der Bundschuhmasse ein.

Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Lentizellen an Wurzeln von *Tilia* sp.

von

Dr. **V. Vouk.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel, 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

I. Einleitung und Morphologie.

Gelegentlich beobachtete ich an der Rinde eines Wurzelstückes, das von einer alten, gefällten Linde[1] aus Schönbrunn stammte, sehr merkwürdige, große warzenförmige Bildungen, welche man viel eher vielleicht für partielle Borkebildungen oder für Korkwucherungen als für Lentizellen[2] ansehen möchte.

Auf der beigelegten Photographie eines solchen Wurzelstückes (Taf. I, Fig. 3), das aus zwei verwachsenen älteren Wurzeln besteht, sieht man, wie die Rinde desselben völlig überstreut ist mit solchen großen, warzenförmigen Bildungen. Im oberen Teile dieses Wurzelstückes sind diese Bildungen so dicht aneinander und unregelmäßig gelagert, daß wir, wie gesagt, wahre Korkwucherungen vor uns zu haben glauben. Erst eine genaue anatomische Untersuchung läßt den Charakter der

[1] Leider konnte ich die Art nicht bestimmen, da der Baum später von der Stelle geschafft wurde.

[2] Daß Lentizellen auch auf unterirdischen Organen vorkommen, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Schon im Jahre 1855 hat Germain de Saint-Pierre die ersten Lentizellen an Wurzeln beobachtet und beschrieben. Durch Arbeiten von Stahl, hauptsächlich Devaux und neuestens v. Alten sind wir auch näher über den Bau und Funktion der Wurzellentizellen unterrichtet.

Lentizellen, welche in diesem veralteten Stadium außer Funktion sind, erkennen.

Wenn wir etwas jüngere Stadien, wie sie in den Abbildungen Fig. 1, 2, Taf. I gegeben sind, ansehen, so tritt auch der morphologische Charakter der Lentizellen stark hervor. Eine etwas länglich gestreckte Hervorwölbung des Periderms mit einem in der Mitte der Wölbungen auftretenden Riß, aus welchem die braune, in trockenem Zustande pulverige, auch feste Korkmasse des Füllgewebes herausragt, gibt das bekannte Bild einer jungen Lentizelle wieder. Gewöhnlich zeigen sie eine mehr oder weniger ovale Form mit etwas hervorgewölbten und seitwärts abgeworfenen, wulstförmigen Rändern, den sogenannten »Lentizellenlippen«. Die braune, auch ganz schwarze, in diesem Falle feste und ziemlich harte Füllmasse sitzt in dieser kraterartigen und soredienähnlichen Höhlung wie ein Pfropf im Flaschenhalse (Fig. 4, Taf I).

Lentizellen sind nicht immer unregelmäßig an einem Organe gelagert, vielmehr sind sie mit bestimmter Gesetzmäßigkeit quer *(Betula)* oder längs *(Sambucus)* gestellt.[1] In unserem Falle sind die Lentizellen auffällig quer, wie längs der Hauptachse gelagert. Die Abbildung (Fig. 1, Taf. I) zeigt an einem 11 *cm* langen Stücke einer fünfjährigen Wurzel solche Querreihen von Lentizellen. Diese Querreihen stehen manchmal kreisförmig im ganzen Umfange der Wurzel. Nebst diesen Querreihen sind einige Lentizellen auch längs der Wurzel mehr oder weniger unregelmäßig angeordnet. Ich zählte im ganzen an diesem Stücke 58 Lentizellen, von denen 37 den Querreihen angehören. Die Querlentizellen sind immer etwas kleiner als die Längslentizellen. Die ersteren messen etwa 2 *mm* in der Breite und 3 bis 4 *mm* in der Länge, die letzteren aber 4 bis 5 *mm* in der Breite und 5 bis 9 *mm* in der Länge. Mit dem Alter wächst auch die Größe der Lentizellen.

Die Abbildung 2, Taf. I, zeigt ein 10 *cm* langes Stück von einer elfjährigen Wurzel mit ungemein großen Lentizellen, welche merkwürdigerweise nur in Längsreihen angeordnet

[1] Vgl. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen, 5. Aufl., 1904., p. 118.

sind. Im ganzen zählte ich an diesem Stücke 41 Lentizellen, von denen die größten auch 9 *mm* in der Breite und bis 19 *mm* in der Länge messen. Enorme Länge der Lentizellen allein ist nicht auffallend,[1] aber ihre Breite im Verhältnis zur Länge ist ziemlich beträchtlich. Wenn man die Oberflächengröße approximativ berechnet,[2] so ist die enorme Größe dieser älteren Lentizellen noch auffälliger. Die größten haben sogar eine Oberfläche von 1·5 cm^2.

Im folgenden möchte ich die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung dieser Lentizellen und anschließend daran auch ihre Entwickelungsgeschichte darlegen. Da es mir leider am frischen lebenden Material mangelte, ist eine physiologische Untersuchung weggefallen.[3]

II. Anatomie.

Um Kenntnis des anatomischen und histologischen Baues zu gewinnen, betrachten wir eine fertige, ausgebildete Lentizelle. Schon makroskopisch unterscheidet man an einem quer geführten Schnitte drei Schichten, welche den von Stahl angegebenen entsprechen. Stahl und spätere Autoren, wie hauptsächlich Klebahn und Devaux, unterscheiden in jeder Lentizelle Phelloderm, Verjüngungsschichte und Füllzellen. Durch verschiedene Ausbildung und Anordnung dieser wichtigsten Schichten kommen zwei Typen, von welchen in einem späteren Kapitel die Rede sein wird, zustande. In unserem Falle sehen wir zuerst nach innen zu eine gelbliche und ziemlich dicke Schichte — Phelloderm; dann folgt eine weiße, dünnere Schichte — Verjüngungsschichte, und nach außen eine mächtige und dicke, braunschwarze, ziemlich harte Korkschichte von Füllzellen. Beim Schneiden zerreißen die Schnitte sehr leicht in der aus dünnwandigen, jugendlichen Zellen bestehenden Verjüngungsschichte.

---

[1] Die Lentizellen an alten Kirschenstämmen erreichen bekanntlich eine Länge von mehreren Zentimetern.

[2] Auf diese Weise hat auch Devaux Lentizellengrößen berechnet.

[3] Für die gütige Überlassung des Materials spreche ich Herrn Kollegen F. Weber meinen besten Dank aus.

Ich konnte zwei etwas verschiedene Formen konstatieren. Kleine Lentizellen, welche gewöhnlich quer gelagert sind und keine seitlichen Wulste oder sogenannten Lippen bilden. Es sind stark hervorgewölbte, rundliche, durchbrochene Partien im Periderm (Fig. 3, Taf. II). Die zweite Form zeigen gewöhnlich ältere Lentizellen mit seitlichen Wulsten (Fig. 5, Taf. II), welche, wie später auseinandergelegt wird, dem Phelloderm angehören.

In dem sekundären Hautgewebe der Wurzeln von *Tilia* ist ein mächtig entwickeltes Phelloderm vorhanden. Dieses Phelloderm bildet den Ausgangspunkt der Grundmasse, aus welcher die ganze Lentizelle gebildet wird. Dieses Lentizellen-Phelloderm unterscheidet sich aber wesentlich vom gewöhnlichen Phelloderm. Die Zellen sind abgerundet und nicht mehr so innig zusammenhängend. Durch Abrundung der Zellen sind große Interzellularen entstanden, so daß dadurch das ganze Phelloderm ein lockeres Aussehen hat, weshalb ich es als »lockeres Phelloderm« bezeichne. Dieses Phelloderm ist besonders mächtig entwickelt. Ich zählte manchmal sogar über 30 Zellreihen, welche gewöhnlich strahlenartig angeordnet sind. In den unteren Partien sind sie auch oft sehr unregelmäßig gehäuft. Daß dieses Phelloderm wirklich vom gewöhnlichen Phelloderm stammt, zeigt auch die Fig. 3, Taf. II, in welcher man noch einen Teil vom gewöhnlichen dichten Phelloderm sieht, welches allmählich in ein lockeres übergeht. In späteren Stadien der Entwicklung findet man nur ein lockeres Phelloderm. Auch langgestreckte charakteristische Zellen, welche die seitlichen Wulste bilden, gehören dem Phelloderm an. Die Streckung ist nicht etwa durch Hypertrophie der Zellen entstanden, es ist nur ein mechanisches Strecken erfolgt infolge des durch zentripetale Anhäufung vom lockeren Phelloderm entstandenen radialen Druckes.

Die Zellen des lockeren Phelloderms sind ziemlich dickwandig (0·001 bis 0·002 *mm*) und durch getüpfelte Wände charakterisiert. Sie messen im Durchmesser ungefähr 0·027 *mm*. Als Inhalt fand ich in jeder Zelle einen großen Tropfen von

Fett.[1] Dieses massenhafte Vorkommen von Fett wird vielleicht auf die durch Durchlüftung ermöglichte Sauerstoffzuführung zurückzuführen sein.[2]

An das Phelloderm schließt sich eine mehr oder weniger dünne Schichte von dünnwandigen Zellen an, welche meristematischen Charakter an sich tragen. Diese Schichte ist als Verjüngungsschichte zu bezeichnen. Nur die ersten Reihen von neugebildeten Zellen sind eng verbunden, später runden sich die Zellen ab, um den entsprechenden Charakter der Dauerzellen anzunehmen. Man hat früher angenommen, daß die Verjüngungsschichte die Fortsetzung des Phellogens darstellt, bis neuestens von Devaux gezeigt wurde, daß sie keine konstant gelagerte Zellreihe ist, sondern gewöhnlich im Phelloderm zentripetal verlagert wird. Sie ist gewöhnlich die äußerste Schichte des Phelloderms oder wie sich Devaux ausdrückt: »la phelloderme, qui se cloisonne«. Es werden demnach im Phelloderm immer neue sekundäre Phellogene gebildet. Diese Annahme könnte ich auch in meinem Falle bestätigen. In der beiliegenden Textfigur (p. 1078) sieht man die Anlage einer solchen Verjüngungsschicht im Phelloderm. Mitten in diesem sind Zellteilungen erfolgt und man sieht auch die beiden Zellhälften (a, a_1) einer Phellodermzellenreihe, welche durch eingeschaltete Wandbildungen auseinandergeschoben sind.

Durch die Tätigkeit der Verjüngungsschichte wird nach außen ein Gewebe gebildet, das die Funktion der Durchlüftung hauptsächlich übernimmt. Dieses Gewebe wird von ver-

[1] Alle Reaktionen auf Fett, auch auf Kork sind mit Sudan III durchgeführt.

[2] Zu bemerken ist, daß das Material im Winter gesammelt wurde. Auch in anderen Geweben von *Tilia*-Wurzeln findet sich, wie mir durch persönliche Mitteilung Herrn F. Weber's, welcher diese Wurzel auf Fettgehalt prüfte (vergl. diese Berichte, CXVIII. Bd., Abt. I, 1909), zu Gehör kam, im Winter verhältnismäßig sehr viel Fett vor. Man hat früher angenommen, daß in den Wurzeln im Gegensatz zu den Stämmen kein oder sehr wenig Fett gebildet wird und nur Stärke als Reservestoff vorhanden ist. Haberlandt führt dies in einer Hypothese (I, p. 375) auf mangelhafte Durchlüftung (Fehlen von Lentizellen) und auf den Sauerstoffmangel zurück. In unserem Falle ist durch die Lentizellen die Durchlüftung ermöglicht und damit übereinstimmend auch sehr viel Fett, besonders unterhalb der Lentizellen vorhanden.

schiedenen Forschern verschieden bezeichnet. Stahl nennt es Füllgewebe, Klebahn Porenkork und Devaux Verschluß-

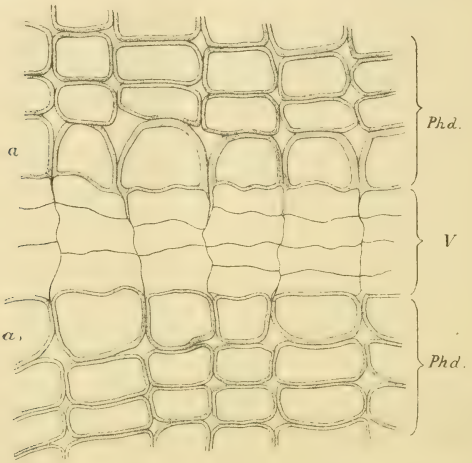


Fig. I. Anlage der Verjüngungsschichte im Phelloderm. *Phd.* = Phelloderm. *V.* = Verjüngungsschichte.

schichten. Eine genauere Auseinandersetzung dieser verschiedenen Bezeichnungen wird im späteren Kapitel gegeben.

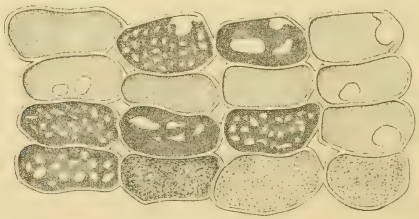


Fig. II. Regelmäßiger Porenkork.

Bei einer jungen Lentizelle, wo noch ein primäres Phellogen vorhanden ist, ist der Porenkork sehr charakteristisch. Die Zellen sind in geregelten Reihen angeordnet, rundlich und schwach abgeplattet. Sie erreichen den Durchmesser von

0·033 *mm* und die Höhe von 0·018 *mm*. Im Querschnitte sowie im Längsschnitte, besonders deutlich aber an einem Tangentialschnitte, sind kleine Interzellularen sichtbar. Das Vorhandensein von Interzellularen und das Verkorken der Zellwände charakterisiert den Porenkork. Porenkorkzellen sind etwas dünnwandiger als Phellodermzellen. Die Mittellamelle ist nicht verholzt. Die jüngeren Zellen zeigen deutlich die Korkreaktion, die älteren aber sehr schwach oder gar nicht. Nach Zusatz von Eisenchlorid wird bei älteren Zellen Außen- und Innenhaut stark dunkelblau gefärbt, was das reichliche Vorhandensein von Gerbstoffen, welche, wie Stahl gezeigt hatte, als Schutz gegen Feuchtigkeit aufzufassen sind, beweist. Entweder erklärt sich dies aus der Annahme, daß an Stelle des Suberins Gerbstoffe auftreten, oder daß verschiedene Stoffe, hauptsächlich Gerbstoffe, die Korkreaktion verhindern. In den jungen Zellen sieht man als Inhalt eine braune gleichmäßige Masse, welche später einen anscheinend fein körnigen Charakter annimmt. In der Tat zeigt aber der Inhalt eine wabenartige Struktur, welche sich besonders in den älteren Zellen offenbart. Nach Zusatz von Eisenchlorid wird auch der ganze Inhalt stark dunkelblau gefärbt.

Nicht immer besteht der Porenkork aus homogenen Elementen.[1] Viel häufiger, wie es besonders bei älteren Lentizellen der Fall ist, besteht der Porenkork aus abwechselnden, ungleichmäßig dicken Schichten. Auf eine etwas dickere Schicht von gewöhnlichem, früher beschriebenem Porenkork (Textfig. II) folgt eine dünnere Schicht von mehr oder weniger geschrumpften Zellen, welche große Interzellularen bilden (Textfig. III). Die Zellwände sind etwas dicker als bei gewöhnlichen Porenkorkzellen und sehr schwach, manchmal auch gar nicht verkorkt. Der Porenkork besteht demnach aus zusammenhängenden, regelmäßigen und zerklüfteten Partien.

Der Porenkork kann bei sehr alten Lentizellen auch sehr mächtig werden. Ich zählte in einem Falle nicht weniger als 124 Zellreihen.

[1] Auch Devaux spricht in einigen Fällen von heterogenen Schichten im Porenkorke.

III. Entwicklungsgeschichte.

Ich habe schon vorher die Bemerkung gemacht, daß die Ursprungsstelle der neugebildeten Lentizelle die Phellogenschichte bildet. Es bleibt nun noch zu erwägen, ob diese Lentizellen vor der Bildung des Periderms oder nach dessen Entwicklung angelegt werden, das heißt, ob sie primär oder sekundär entstehen. In demselben Sinne unterscheidet auch Devaux primäre und sekundäre Lentizellen. Die ersteren entstehen frühzeitig an einem bestimmten Punkte des Organs

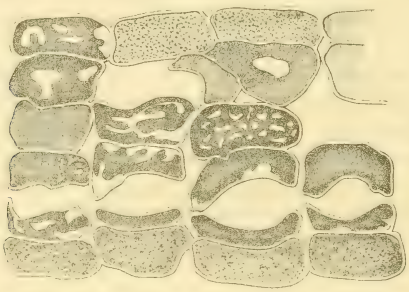


Fig. III. Zerklüftete Partie im Porenkork.

(Spaltöffnung, Basis der Wurzeln) und werden im primären Gewebe (Rinde oder Perizykel) gebildet; die letzteren entstehen später an einem nicht bestimmten Punkte des Organs und werden im sekundären Gewebe (Periderm, genauer gesagt Phellogen oder sekundärem Bast) gebildet.[1] Die hier beschriebenen Lentizellen werden auch an älteren Wurzeln noch immer neu gebildet, sonach sind sie auch als sekundäre Bildungen zu betrachten.

[1] Nach der älteren Ansicht von Stahl, welche eigentlich ebenso berechtigt ist, entstehen die sekundären Lentizellen dort, wo infolge von Borkeabsonderung die primären Lentizellen verloren gegangen sind. Primäre Lentizellen entstehen nach Stahl entweder *a)* bevor noch das sekundäre Hautgewebe angelegt wird unter den Spaltöffnungen (Unger) oder *b)* im sekundären Hautgewebe (Periderm). Die letzteren tragen nach Devaux den Charakter einer sekundären Bildung.

Da mir das Untersuchungsmaterial aus verschiedenen Jahreszeiten fehlte, war ich genötigt, im folgenden auch einige vollberechtigte Vermutungen aufzustellen, um ein vollständig klares Bild über den Entwicklungsgang der untersuchten Lentizellen zu geben.

In der Fig. 1, Taf. II, sehen wir eine Anlage einer künftigen Lentizelle. Makroskopisch sieht sie nur wie eine kleine, erhobene Anschwellung der Rinde aus. Anatomisch finden wir in solchen Lentizellenanlagen nur ein stark entwickeltes Phelloderm, das auch teilweise schon locker geworden ist. Durch diese lokale, übermäßige Entwicklung des Phelloderms wird infolge des radialen Innendruckes das Periderm mehr und mehr hervorgewölbt. Die erste Entwicklungsphase der Lentizellenbildung findet ihren vorzüglichen Ausdruck in der Entstehung eines lockeren Phelloderms durch zentrifugale Zellteilung.

Nachdem schon ein mächtiges Phelloderm gebildet wurde, wird die Phellogenschicht, wie schon früher erwähnt, in eine mehr oder weniger tiefer liegende Phellodermschicht verlegt. Dieses sekundäre Phelloderm setzt die reziproke Tätigkeit eines ursprünglichen Phellogens fort. Nach außen (in zentripetaler Folge) werden dünnwandige, etwas abgerundete Zellen, welche ich als Füllzellen betrachte, und nach innen (in zentrifugaler Folge) wieder das lockere Phelloderm gebildet. Die übermäßige Anhäufung von Füllzellen zwischen dem Periderm und Phelloderm führt infolge des Druckes zur unregelmäßigen lockeren Anordnung (Fig. 2, Taf. II). Die Füllzellen sind noch nicht verkorkt.

Die Tätigkeit des sekundären Phellogens setzt sich weiter fort, bis das Periderm dem Innendruck nicht mehr standhalten kann und zerreißt. Erst jetzt, nach der Durchbrechung des Periderms, ist die Lentizelle offen und tritt in Funktion. Nach außen abgegebene Füllzellen können jetzt ihre regelmäßige Anordnung und Reihenfolge behalten und verkorken. Dieses neugebildete Gewebe ist der früher beschriebene Porenkork (Fig. 3, Taf. II). Die Bildung der seitlichen Wulste bei der zweiten Form (Fig. 4 und 5, Taf. II) von Phelloderm habe ich schon vorher erwähnt.

Mit Ende einer Vegetationsperiode erlischt auch die Tätigkeit des Phellogens. In der nächsten Periode wird das Phellogen in tieferen Partien des Phelloderms gebildet, das heißt zentripetal verlegt. Dadurch wird auch eine Phellodermschichte von mehreren Zellreihen nach außen abgeschnürt. Es läßt sich auf diese Weise auch die Heterogenität des Porenkorkes[1] erklären. Das früher genannte zerklüftete Phelloderm entspricht vermutlich den abgeschnürten Phellodermreihen. »Es ist begreiflich,« sagt Haberlandt an einer Stelle (I, p. 130), »daß, wenn solch innen entstandenes Phellogen Kork bildet, die darüber befindlichen Gewebe von jeder Wasserzufuhr abgeschnitten werden und vertrocknen müssen«. Auch unser zerklüftetes Phelloderm hat den Charakter eines vertrockneten Gewebes. Diese Art der Entwicklung läßt sich auch völlig mit Borkebildung vergleichen. Man könnte dann in diesem Falle von einer partiellen Phelloderm-Borke sprechen.

Manchmal bemerkte ich unterhalb des Phellogens dünnwandigere Phellodermzellen, welche erst allmählich nach innen zu in dickwandigere übergehen. Es ließe sich dies nur dadurch erklären, daß manchmal auch mehrere Phellogene im Phelloderm entstehen, von welchen nur das äußerste zur Bildung des Porenkorkes dient, die inneren aber nur zur Restitution des lockeren Phelloderms. Die Restitution des Phelloderms ist notwendig, weil sonst durch die zentripetale Verlegung der Verjüngungsschicht auf einmal das ganze Phelloderm aufgebraucht würde.

Ich untersuchte auch die ältesten Stadien der Lentizellen, welche ihrem Aussehen nach (mit einer überaus mächtigen Porenkorkschicht) kaum als funktionsfähig zu betrachten waren. Solche Stadien unterscheiden sich von früheren hauptsächlich dadurch, daß sie knapp unter der Porenkorkschichte wieder eine peridermartige, interzellularenlose, verkorkte Gewebeschichte ausgebildet haben. Es wird also tatsächlich durch ein solches Periderm im Alter die Lentizelle verschlossen und auch außer Funktion gesetzt.

[1] In der etwas schematisierten Fig. 5, Taf. II sind die heterogenen Schichten des Porenkorkes wegen der zu schwachen Vergrößerung gar nicht zu sehen.

Es läßt sich die Entwicklung der untersuchten Lentizellen übersichtlich in folgenden fünf Stadien darstellen:

1. Hauptsächliche Bildung des »lockeren Phelloderms« aus dem primären Phellogen.

2. Entstehung des sekundären Phellogens mit reziproker Zellteilung; Bildung des Füllgewebes.

3. Durchbrechung des Periderms und Öffnung der Lentizelle.

4. Bildung des Porenkorkes und Restitution des Phelloderms durch die Tätigkeit der sekundären Phellogene.

5. Verschluß der Lentizelle durch die Bildung eines Periderms unterhalb des Porenkorkes.

In den ersten zwei Entwicklungsphasen ist die Lentizelle noch nicht offen und nicht funktionsfähig. In dritter und vierter Phase ist sie offen und in der letzten wieder geschlossen.

IV. Allgemeines über die Typen der Lentizellen.

Nach einigen einleitenden Arbeiten, hauptsächlich von De Candolle, Mohl, Trecul und Unger, finden wir zuerst in der Abhandlung von Stahl eine übersichtliche Darstellung des Baues der Lentizellen. Die klassische Arbeit Stahl's war auch die Grundlage der späteren allgemeinen Bearbeitung der Lentizellen durch Klebahn und Devaux. Sämtliche Autoren kommen in bezug auf den Bau der Lentizellen eigentlich zu derselben Ansicht. Sie finden alle übereinstimmend zwei abweichende Strukturtypen und unterscheiden sich hauptsächlich nur durch verschiedene Auffassung der wichtigsten Kriterien.

Um dies zu illustrieren, gebe ich hier eine kurze Übersicht über die angegebenen Typen.

	Nach Stahl (1873)	Nach Klebahn (1884)	Nach Devaux (1900)
I. Typus	Lockere Füllzellen, abwechselnd mit dichteren Zwischenstreifen (im Winter eine lückenlose peridermartige Verschlußschichte)[1]	Porenkork, abwechselnd mit Choriphelloid (einmal oder mehrmals im Jahre).	Dünne Verschlußschichten von verkorkten engverbundenen Zellen mit keinen oder sehr kleinen Interzellularen, abwechselnd mit rundlichen, sehr losen, meist dünnwandigen und unverkorkten Zellen.
II. Typus	Engverbundene Füllzellen ohne Zwischenstreifen (im Winter eine lückenlose peridermartige Verschlußschicht).	Porenkork allein.	Verschlußschichten sehr dick, bestehend aus zahlreichen Schichten von rundlichen Zellen mit sehr großen und deutlich sichtbaren Interzellularen.

Die gegebene Übersicht zeigt, daß die Unterschiede zwischen den beiden Typen sehr gering sind und nur in der verschiedenen Nomenklatur zu suchen sind.

Stahl betrachtet als Hauptkriterium im Bau der Lentizellen das eigentümliche Gewebe, welches von der Verjüngungsschicht nach außen gebildet wird und zum Teil die Aufgabe hat, die entstandene Lücke im Hautgewebe auszufüllen. Diese Füllzellen werden, rein biologisch betrachtet, nach außen durch verkorkte, peridermartige Zwischenstreifen oder Verschlußschichten[2] geschützt. Durch das Vorhandensein oder Fehlen dieser Zwischen- oder Verschlußschichten sind auch beide Typen charakterisiert.

Klebahn nimmt in der Unterscheidung der Lentizellentypen einen rein anatomischen Standpunkt ein. Er vergleicht die Schichten der Lentizellen mit den benachbarten Schichten des Periderms und findet z. B.

[1] Zitiert nach Klebahn (I).

[2] Diese beiden Schichten wurden durch spätere Untersuchung von Klebahn und Devaux als identisch aufgefunden.

	in der Rinde[1]	in der Lentizelle
Typ. II	Periderm	Porenkork
	Phellogen	Verjüngungsschicht
	Phelloderm	Phelloderm
Typ. I	Kork	Porenkork
	Phelloid	Choriphelloid[2]

Als spezielles Kriterium betrachtet Klebahn die Verkorkung. Der Porenkork wurde schon früher charakterisiert und entspricht tatsächlich dem Füllgewebe Stahl's im Typ. II und den Verschlußschichten im Typ. I. Der Gegensatz besteht nur darin, daß Stahl, wie erwähnt, als wesentlichstes Gewebe das Füllgewebe und Klebahn den Porenkork ansieht.

Devaux ging in der Charakteristik der Lentizellen von ganz anderem Standpunkte aus. Er hat zwar von Stahl den Ausdruck »Verschlußschichten« (couches de fermeture) angenommen, jedoch nicht im selben Sinne. Nach Devaux »sind die Lentizellen Organe für sich, mit einer eigenen, durch äußere Umstände bedingten Physiologie (Klebahn III)«. Physiologisch betrachtet hat die Entwicklung durch den Einfluß verschiedener Phänomene — einerseits einer Wucherung (Proliferation), verbunden mit Hypertrophie, andrerseits der Vernarbung (Cicatrisation) — zu zwei verschiedenen Formen geführt. Im Typ. I. verwirft Devaux die anatomische Bezeichnung von Choriphelloid Klebahn's und bringt auch einige Fälle, welche sich dem Typ. I einreihen können, trotzdem die Füllzellen oder das Choriphelloid verkorkt sind. Die Verkorkung der Füllzellen ist nur durch äußere Faktoren bedingt.[3] Die

---

[1] Ich meine hier nur den Rindenanteil, welcher dem Hautgewebe angehört.

[2] Unter Choriphelloid oder Sonderphelloid versteht man unverkorkte Zellen, welche den phelloiden Charakter (v. Höhnel) an sich tragen.

[3] Die Vermehrung und Streckung der Füllzellen ist nur vom Wassergehalt abhängig. Wird z. B. im Falle einer »Hypodrose« die Transpiration (wie im Wasser oder feuchter Luft) gehemmt, so bilden sich nur lockere Füllzellen. Wechsel der Trockenheit, die z. B. während der Saison gegeben ist, bedingt die Ausbildung des Typ. I mit abwechselnden verkorkten und unverkorkten Schichten. Die Ausbildung des Typ. II wäre nun durch gleichmäßig trockene Luft zu erklären.

Lentizellen können nach Devaux durch den Porenkork auch vollständig verschlossen sein und daher wählt er als Bezeichnung für das verkorkte Gewebe den Stahl'schen Ausdruck »Verschlußschichten«.

Im Typ. II hat das Gewebe außerhalb der Verjüngungsschicht tatsächlich drei verschiedene Namen.

Es war nicht meine Absicht, die gegebenen Typenunterschiede einer Kritik zu unterwerfen und vielleicht eine neue Nomenklatur zu schaffen; ich wollte nur die Tatsache einer Verwirrung in der Nomenklatur konstatieren und eventuell zu neuen Forschungen anregen.

Aus der oben mitgeteilten Übersicht ergeben sich bei charakteristischer Ausbildung im Bau, Funktion und Entwicklung zwei wohl unterscheidbare Typen: einfache Lentizellen, nur aus verkorkten Schichten bestehend, und zusammengesetzte Lentizellen, bestehend aus verkorkten und unverkorkten Schichten. Ob der eine oder der andere Fall phylogenetisch als erster oder zweiter Typus zu betrachten ist, wäre meiner Ansicht nach unnütz zu untersuchen. Die Ansicht Devaux's dürfte diesbezüglich richtig sein, daß die beiden Typen nur die durch verschiedene äußere Einflüsse und Umstände bedingten Ausbildungsformen sind.

Die richtige Beurteilung der einzelnen Lentizellenschichten kann uns meiner Ansicht nach nur die entwicklungsgeschichtliche Betrachtung geben.

Ich habe schon früher die durch Devaux konstatierte wichtige Tatsache der zentripetalen Verlagerung, das heißt der Bildung der sekundären Phellogene im Phelloderm betont. Es wäre nun sehr leicht denkbar, daß die Verschlußschicht im Typ. I nur eine verkorkte, durch Einschaltung der Verjüngungsschicht nach außen abgeschnürte Phellodermzellreihe ist.[1] Durch die Tätigkeit der Verjüngungsschichte gebildete Füllzellen ver-

[1] Die Abbildung 31, Taf. V, in der Arbeit Devaux' macht unwillkürlich einen solchen Eindruck. Man sieht deutlich, daß die von Devaux bezeichnete Verschlußschicht nur eine Hälfte einer Phellodermzellreihe ist, in welcher die Neubildung der Zellen stattgefunden hat. Daß manchmal Verschlußschichten aus mehreren Zellreihen bestehen, erklärt sich einfach durch tiefere Verlegung der Verjüngungsschicht.

korken in einem Falle nicht und hypertrophieren (Choriphelloid), im anderen Falle verkorken sie und bilden samt den abgeworfenen, teilweise auch verkorkten Phellodermzellen den bekannten Porenkork. Es benötigt aber die hier ausgesprochene Vermutung einer nochmaligen gründlichen Untersuchung auf breiterer Basis.

Zu welchen von diesen Typen gehören nun unsere Lentizellen? Einerseits spricht das Vorhandensein des Porenkorkes unstreitbar für den Typ. II, andrerseits aber der heterogene Bau des Porenkorkes oder Füllgewebes (Stahl) für den Typ. I. Allerdings tritt der Typ. II besonders in jüngeren Stadien stark hervor. Übrigens umfaßt der Typ. II, wie Devaux nachgewiesen hat, sehr mannigfaltige Formen, welche durch Übergänge mit Typ. I gewiß verbunden sind. Klebahn hat auch später in einem Referate (Bot. Ztg., 1901, II., p. 18) über die Arbeit Devaux's mit Recht zugegeben, »daß es auch in bezug auf die Lentizellen verkehrt sein dürfte zu schablonisieren«. Von einem Übergange zum Typ. I kann in unserem Falle keine Rede sein. Es läßt sich vielmehr unsere Form dem Typ. II unterordnen.

Schließlich erscheint es biologisch recht verständlich, daß an dicken Wurzeln, welche sich verhältnismäßig tief in der Erde befinden, Lentizellen von diesem Typus vorkommen. Sie sind einerseits gegen eine gleichmäßig andauernde Feuchtigkeit des Bodens durch den gerbstoffreichen Porenkork geschützt, andrerseits ermöglicht doch die Summe von sehr kleinen Interzellularen in der großen Lentizellenoberfläche einen genügenden Gaswechsel.

Zusammenfassung.

I. An Wurzeln von *Tilia* sp. kommen sehr große und mächtig entwickelte Lentizellen (Oberfläche bis $1 \cdot 5\,cm^2$) vor, welche in Quer- und Längsreihen angeordnet sind.

II. Diese Lentizellen bestehen aus einem mächtigen »lockeren Phelloderm« und aus einem von heterogenen Schichten gebildeten Porenkorke. Die dazwischenliegende Verjüngungsschichte, das Phellogen, wird bei der Weiterentwicklung der Lentizelle immer mehr gegen innen verlagert. Durch Entstehung dieser sekundären Phellogene

im Phelloderm wird ein neuer Teil des letzteren nach außen abgegliedert und bildet die zerklüfteten Partien im Porenkork.

III. Diese Lentizellen sind als sekundäre Bildungen zu betrachten, weil sie nach der Entwicklung des Periderms im Phellogen entstehen. Ihre Entwicklung läßt sich in folgenden fünf Phasen darstellen:

1. Hauptsächliche Bildung des lockeren Phelloderms aus dem primären Phellogen.

2. Entstehung des sekundären Phellogens mit reziproker Zellteilung; Bildung des Füllgewebes.

3. Durchbrechung des Periderms und Öffnung der Lentizelle.

4. Bildung des Porenkorkes und Restitution des Phelloderms durch die Tätigkeit der sekundären Phellogene.

5. Verschluß der Lentizelle durch die Bildung eines Periderms unterhalb des Porenkorkes.

IV. Diese Lentizellen sind trotz des heterogenen Baues des Porenkorkes entschieden zum II. Typus (Stahl, Klebahn Devaux) einzureihen.

Zum Schlusse erfülle ich noch eine angenehme Pflicht, indem ich hier Herrn Hofrat Prof. J. Wiesner für das warme Interesse und die Förderung meiner Arbeit meinen aufrichtigsten Dank sage. Ferner danke ich auch bestens Herrn Privatdozenten Dr. K. Linsbauer für die wertvollen Anregungen, die er mir während der Arbeit zuteil werden ließ.

Literaturübersicht.

1. Alten H. v., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wurzeln, nebst Bemerkungen über Wurzelthyllen, Heterorhizie, Lentizellen. Dissert. Göttingen 1908.
2. De Candolle, Premier Mémoire sur les lenticelles des arbres. Annal. Sc. nat., 1. Ser., T. VIII, 1826.
3. Devaux H. M., Recherches sur les lenticelles. Annal. d. sc. nat. bot., VIII. Ser., 1900, p. 1 bis 240.

4. Germain de Saint Pierre, Observations sur l'origine et la nature des lenticelles. Bull. Soc. bot. de France, II, 1855.
5. Haberlandt G., I. Physiologische Pflanzenanatomie, III. Aufl., 1904.
— II. Beiträge zur Kenntnis der Lentizellen. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss., I, 1875.
6. Klebahn H., I. Über die Struktur und die Funktion der Lentizellen sowie über den Ersatz derselben bei einigen lentizellenfreien Holzgewächsen. (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1883, Bd. I, p. 113 bis 121).
— II. Die Rindenporen. Dissert. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft, Bd. XVII, 1884.
— III. Referat über Devaux' Recherches sur les lenticelles. Bot. Ztg., 1901, II. Abt., p. 18.
7. Mohl H., Untersuchungen über Lentizellen. Vermischt. Schrift.
8. Stahl E., Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Lentizellen. Bot. Zeitg., 1873, p. 561.
10. Trecul, Remarques sur l'origine des lenticelles. C. R. Acad. d. Sc., Bd. 73, 1871.
11. Unger, Über die Bedeutung der Lentizellen. Flora 1836.
12. Wiesner J., Anatomie u. Physiologie d. Pflanzen. 5 Aufl. 1904.

Figurenerklärung.

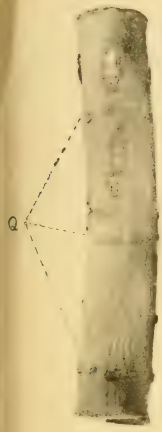
Tafel I.

Fig. 1. Ein Stück der Wurzel mit Querreihen *(Qu)* von Lentizellen.
Fig. 2. Ein Stück der Wurzel mit Längsreihen *(L)* von Lentizellen.
Fig. 3. Ein Stück der Wurzel, bestehend aus zwei verwachsenen Wurzeln mit unregelmäßig gelagerten Lentizellen.[1]
Fig. 4. Lentizellen, halbmal vergrößert. *P* = Porenkork, *L* = Lentizellenlippen.

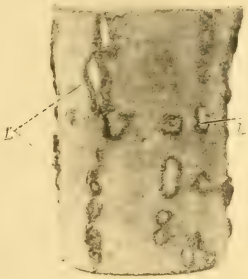
Tafel II.

P: Periderm, *Phd:* Phelloderm, *L. Ph:* Lockeres Phelloderm, *Pk:* Porenkork, *Phg:* Phellogen, *V*: Verjüngungsschichte, *F:* Füllgewebe.
Fig. 1. Erstes Entwicklungsstadium mit lockerem Phelloderm.
Fig. 2. Zweites Entwicklungsstadium mit Füllgewebe. Lentizelle geschlossen.
Fig. 3. Offene Lentizelle mit Porenkork.
Fig. 4. Geschlossene Lentizelle mit seitlichen Wulsten.
Fig. 5. Offene Lentizelle mit seitlichen Wulsten.
Alle Figuren 50mal vergrößert.

[1] Für die Ausführung der Photographien spreche ich Herrn Dr. A. Jenčić meinen besten Dank aus.



1



2

4

3

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 1

Fig. 3

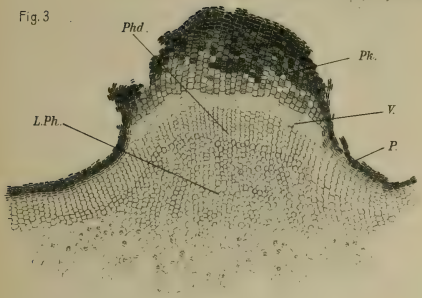


Fig. 2

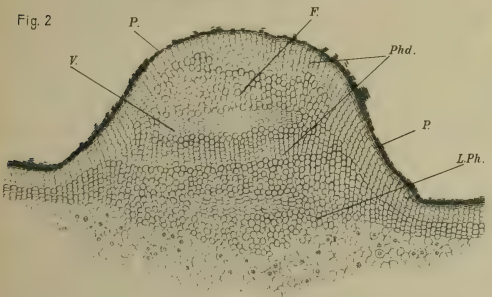


Fig. 4

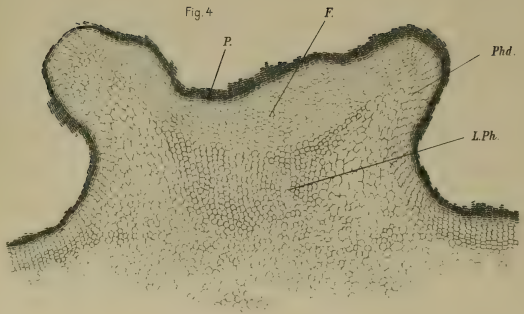
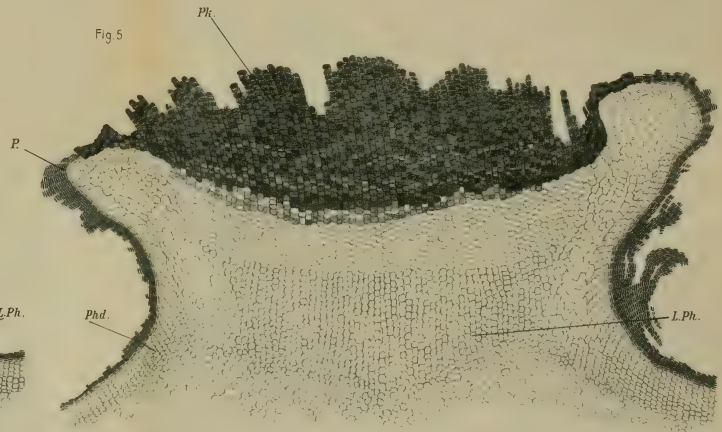


Fig. 5



Über eine den Luftstickstoff assimilierende Hefe: Torula Wiesneri

von

Dr. **Heinrich Zikes,**

Privatdozent der Bakteriologie an der k. k. Wiener Universität.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität.

(**Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.**)

Vor den epochalen Entdeckungen Hellriegel's (1) und Wienogradsky's (2) sowie anderer, daß es Spaltpilze gibt, welche den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren vermögen, war die Ansicht allgemein verbreitet, daß die höhere Pflanzenwelt ihren Stickstoffbedarf nur aus der Erde, und zwar nur aus anorganischen Stoffen beziehen kann.

Der unermeßlich große Gehalt der Luft an elementarem Stickstoff schien für das Pflanzenleben keine Rolle zu spielen. Es war die Ansicht verbreitet, daß die Erde durch die pflanzliche Vegetation immer ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen wird und daß dieser ständigen Abnahme nur durch gründliche Düngung abgeholfen werden kann. Dazu kam die Beobachtung, daß zahlreiche Mikroorganismen in der Erde hausen, welche den Stickstoffgehalt daselbst geradezu verringern, indem sie wie z. B. die Fäulniserreger bei der Zersetzung von Eiweißsubstanzen Ammoniak abspalten oder wie die denitrifizierenden Bakterien bei der Desoxydation von Nitraten und Nitriten freien elementaren Stickstoff zur Abscheidung bringen, welche gasförmigen Körper fort und fort aus der Erde entweichen und in die Atmosphäre gelangen. Nichtsdestoweniger sah man aber selbst in einem Boden, dem jahrelang keine stickstoffhaltigen Substanzen zugeführt wurden, die in und auf der Erde lebenden Organismen keinen Mangel daran leiden. Es mußten daher

diese beständig vor sich gehenden Abgänge von Stickstoffsubstanz wieder ersetzt werden, ohne daß hiebei eine künstliche Düngung in Frage kommt. Die Tatsache, daß Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure in Salzform aus der Atmosphäre der Erde zugeführt werden, war schon lange bekannt. Diese Mengen sind aber in keiner Weise ausreichend, das Manko an Stickstoff in der Erde zu ersetzen, welches einerseits durch die höhere Pflanzenwelt selbst der Erde jahraus, jahrein entzogen wird, andrerseits durch die zersetzende Wirkung von Mikroorganismen, die oben angedeutet wurde, resultiert.

Kühn (3) war einer der ersten, der annahm, daß die der Erde auf eine oder die andere Weise entrissene Stickstoffmenge derselben durch Bodenbakterien wieder teilweise zugeführt werde, indem sie freien atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren vermögen.

Henry (4) führt die Stickstoffzufuhr im Waldboden weiters auf mannigfache an den Laubblättern sitzende und anhaftende Mikroben zurück, die mit den Laubblättern im Herbste zu Boden fallen und so mit ihrem Erweißgehalt die Stickstoffmenge der Walderde vermehren helfen.

Henry brachte dürre Blätter von jungen Eichen und Buchen in metallene Kästen, deren Böden mit Kalkstein- oder Sandsteinplatten ausgelegt und deren obere Öffnungen mit Drahtgitter bedeckt waren. Diese Kästen setzte er 60 *cm* über dem Boden frei der Luft aus. Nach einem Jahre war der Stickstoffgehalt der Eichenblätter von 1·108 auf 1·923%, also um 0·815% der Trockensubstanz, der Buchenblätter von 0·947 auf 2·246%, also um 1·299% der Trockensubstanz gestiegen. Die Gesamtmasse der Eichenblätter hatte sich in dieser Zeit um 21·62%, die der Buchenblätter um 23·01% vermindert.

Nimmt man nun den ungünstigsten, sehr unwahrscheinlichen Fall an, daß das Gewicht sich nur durch Verschwinden der N-freien Stoffe (Zellulose, Stärke) vermindert habe und daß durch Regenwasser keinerlei lösliche Stickstoffverbindungen fortgeführt wären, so würde sich der beim Abschluß des Versuches gefundene Stickstoffgehalt, auf das ursprüngliche Gewicht der Blätter bezogen, für die Eichenblätter auf 1·508%, für die Buchenblätter auf 1·727% reduzieren. Folglich beträgt

der absolute Stickstoffgewinn der Eichenblätter 0·4%, der der Buchenblätter 0·78%.

Die ein Jahr der Luft ausgesetzten Blätter sind also relativ doppelt so reich an Stickstoff als zur Zeit des Abfalles von den Bäumen und auch die absolute Stickstoffzunahme ist merklich. Wenn der Boden, nach Henry's Ausführungen im Herbst pro Hektar 3300 *kg* dürre Blätter empfängt, so beträgt der absolute Stickstoffgewinn für diese Fläche durch Eichenblätter 13 *kg*, durch Buchenblätter 22 *kg*. Diese für die Stickstoffbilanz des Waldes sehr wesentliche stickstoffbindende Fähigkeit der abgefallenen Blätter führt Henry, wie bereits bemerkt, auf niedere Organismen zurück. Montemartini (5) fand gleichfalls, daß vom Dezember bis Mai in abgefallenen Platanenblättern der N-Gehalt von 1·2 auf 1·4%, in Erlenblättern von 1·4 auf 1·75% steigt. Süchting (6) hat im Jahre 1905 an der Marburger landwirtschaftlichen Versuchsstation eine Arbeit zur Durchführung gebracht, in welcher er das Vorkommen stickstoffprototropher Organismen auf den Blättern verschiedener Laubbäume nachweisen konnte, darunter auch angeblich solche vom anaeroben Typus des *Clostridium pastorianum*.

Auch Wiesner beschäftigt sich in einer im gleichen Jahre erschienenen vorläufigen Mitteilung: »Die biologische Bedeutung des Laubfalles« mit dieser Frage. Seinen Ausführungen ist folgendes zu entnehmen: »Die Kenntnis der Vermittlung des Bestandes der Bodenorganismen durch das fallende Laub scheint ein Gegenstand von großem Interesse zu sein. Es ist wohl nicht daran zu zweifeln, daß dem Boden durch das fallende Laub eine enorme Menge von Mikroorganismen zugeführt werde, welche wahrscheinlich in mehr oder minder hohem Grade der Pflanzenernährung dienen. Diese in der Atmosphäre reichlich vorkommenden Organismen werden offenbar durch die Luftbewegungen stark vertragen. Aber an den Laubblättern der Bäume sammeln sich die Mikroorganismen wie auf einem Filter an. Sie sammeln sich zum größten Teile gerade dort an, wo sie für den Baum durch Vermittlung des Laubes nutzbringend sind, nämlich auf dem Boden, auf welchem er steht. Es ist auch zu beachten, daß die Fläche der Blätter, welche hier als Filter wirkt, im Vergleiche zur Grundfläche des

Baumes eine sehr große ist. Bei Platanen mittlerer Größe betrug nach meiner Schätzung das beiläufige Verhältnis von Grundfläche zur Blattfläche 1 : 200, bei einer im Gartengrund freistehenden Buche 1 : 450, bei Pyramidenpappeln etwa 1 : 500 bis 1000. Diese Zahlen lassen annehmen, daß eine außerordentlich große Menge von Mikroorganismen durch das fallende Laub dem Boden zugeführt wird.«

Auf Grund dieser Erwägungen habe auch ich mich über Anregung Hofrats Professors Dr. Wiesner's mit diesem Gegenstande beschäftigt und bereits einige größere Versuchsreihen angestellt, die zur Klarlegung der Frage führen sollten, ob auf den Laubblättern verschiedener Bäume nicht Organismen zu finden sind, welche den Luftstickstoff zu assimilieren vermögen.

Bei dem Umfange des Stoffes und infolge noch durchzuführender zahlreichen weiteren Detailbestimmungen bin ich derzeit noch nicht in der Lage, über diese Untersuchungen im allgemeinen zu berichten, sondern will ich mich in vorliegender Arbeit nur auf die Beschreibung eines Mikroben, eines Sproßpilzes, genauer gesagt, beschränken, dem die Eigenschaft, wenn auch nicht im hohen Maße innewohnt, den freien atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren. Ich fand diese Hefe, wie ich gleich hier kurz mitteilen will, in ziemlich großer Menge auf den Blättern eines Lorbeerbäumchens, das mir für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt wurde.

Bevor ich jedoch an diese meine nähere Aufgabe herantrete, erachte ich es für notwendig, einen kurzen Überblick über die stickstoffassimilierenden Organismen zu geben, und will ich mich speziell auf die Besprechung solcher Arbeiten beschränken, in denen von einer Entdeckung solcher Mikroben die Rede ist. Die Literatur wurde in dieser Richtung bis in die allerneueste Zeit verfolgt und dürfte die folgende Zusammenstellung ein ziemlich übersichtliches Bild über die Entdeckung neuer stickstoffprototrophen, namentlich freilebenden oligonitrophilen Organismen bringen.

Zuerst war es Berthelot (7), welcher indirekt den Beweis erbrachte, daß es Organismen geben müsse, welche den freien Stickstoff der Luft zu binden vermögen. Er fand bei seinen sehr

genau geführten Versuchen, daß der Stickstoffgehalt in der Erde sich allmählich anreichert, daß aber in derselben Erde keine N-Anreicherung stattfindet, wenn dieselbe zuvor auf 100° erhitzt wurde. Wie groß die Stickstoffbindung im Boden durch niedere Organismen ist, erhellt aus folgenden durch Berthelot ermittelten Zahlen: 50 *kg* lufttrockene Erde nahmen bei dem einen Versuch um 10 *g* N, bei einem anderen sogar um 23 *g* N zu. Ähnliche Resultate erzielten auch Dehérain (8) und Tacke (9). Durch diese Versuche wurde erwiesen, daß in der Erde tatsächlich N-bindende Organismen vorhanden sind. Die Antwort auf die Frage aber, welcher Art diese Lebewesen sind, blieben uns diese Forscher schuldig. Zuerst verdankten wir dem bekannten Bakteriologen Winogradsky (10) die Kenntnis einer Bakterienart, welche in ganz hervorragender Weise an der Stickstoffassimilation beteiligt ist. Er fand die anaerob und frei in der Erde wachsende Bakterienform *Clostridium pastorianum,* welche sich neben der Stickstoffbindung noch durch Produktion von Buttersäure aus Kohlehydraten auszeichnet. Diese Bakterienart produziert aus 1 *l* stickstofffreier Kulturflüssigkeit, welche die nötige Menge Nährsalze und 40 *g* Dextrose enthält, nach 20 Tagen gegen 54 *mg* N. Außer diesen Buttersäurebakterien fand Winogradsky noch eine zweite etwas größere Form, welche sich mit Jod blau färbt. Dieser Forscher hat dann später eine größere Anzahl weiterer Bodenbakterien auf Stickstoffbindung geprüft, aber hiebei keine weiteren positiven Erfolge erzielt.

Im Gegensatz zu Winogradsky ist es später Beijerinck (11) gelungen, andere in der Erde freilebende stickstoffassimilierende Spaltpilze zu finden, welche dem aeroben Typus angehören. Beijerinck ist der Meinung, daß die Anzahl der stickstoffprototrophen Organismen eine ziemlich große ist, auch unterscheidet er die Mikroben in bezug auf Genuß von Stickstoffverbindungen in *oligonitrophile, meso-* und *polynitrophile.* Unter »*Oligonitrophile*« versteht Beijerinck diejenigen Mikroben, die bei freier Konkurrenz mit der übrigen Mikrobenwelt sich in Nährmedien entwickeln, ohne daß absichtlich Stickstoffverbindungen zugefügt werden, aber auch ohne daß Fürsorge getroffen wird, die letzten Spuren dieser Verbindungen zu

entfernen. Sie haben das Vermögen, den freien atmosphärischen Stickstoff binden und zu ihrer Ernährung verwenden zu können. Bei der Reinkultur der *Oligonitrophilen* ergibt sich, daß die gewöhnlichen saprophytischen, d. h. von abgestorbenen Resten und leblosen organischen Stoffen sich ernährenden Bakterien, deren Keime in dem betreffenden Infektionsmateriale massenhaft vorkommen, in den Rohkulturen der *Oligonitrophilen* kaum oder gar nicht zur Entwicklung gelangen, offenbar infolge der unzureichenden Stickstoffnahrung. Dieselben werden von Beijerinck »*polynitrophil*« genannt; andere Arten nehmen in bezug auf Stickstoffernährung eine intermediäre Stellung ein und werden von Beijerinck als *mesonitrophil* bezeichnet.

Beijerinck konstatierte *Oligonitrophilie* im Lichte bei *Cyanophyceen* und im Dunkel bei einigen weiteren Bakteriaceen. Er bediente sich zur Feststellung der Stickstoffbindung bei ersteren folgender Versuchsanordnung: Er brachte in große Glaskolben von etwa 3 *l* Inhalt eine sterilisierte Lösung von saurem phosphorsauren Kali in destilliertem Wasser, und zwar in dem Verhältnis 0·02 : 100, zu welcher Flüssigkeit er 1 bis 2 *g* Gartenerde fügte, welche im lufttrockenen Zustand 0·56% Stickstoff enthielt. In dieser Kulturflüssigkeit, welche nur die genannte Menge von Stickstoff enthielt, beobachtete er eine kräftige Zunahme verschiedener *Cyanophyceen*.

Es entstehen in dieser Lösung, in welche zeitweise von Stickstoffsalzen völlig befreite Luft geleitet wurde, zuerst an der Gefäßwand einzelne Kolonien, später treibende Häute hauptsächlich aus einer *Anabaena*-Art, *Anabaena catenula,* bestehend. Später entwickeln sich dunkelblaugrüne Häute, die aus einer *Nostoc palludosum* verwandten oder identischen Art bestehen. Selten finden sich blaugrüne Schleimklumpen von *Nostoc sphaericum*. Alle diese Arten gehören zu den unbeweglichen *Cyanophyceen*. Dagegen gelang es Beijerinck nicht, bewegliche Arten unter diesen Kulturbedingungen zu züchten, wie *Oscillaria, Spirulina,* da diese Organismen zu ihrem Körperaufbau merkliche Quantitäten von Stickstoffverbindungen benötigen und freien Stickstoff nicht zu binden vermögen. Beijerinck schließt aus diesen Versuchen auf die Befähigung der genannten Organismen, freien Stickstoff zu assimilieren,

ohne jedoch dafür Beleganalysen gebracht zu haben. Die interessante Tatsache, daß *Cyanophyceen* als erste Besiedler der vulkanischen Asche auf der durch die vulkanischen Ausbrüche verwüsteten Insel Krakatau von Treub beobachtet wurden, führt Beijerinck zu der Vermutung, daß die von anderen Himmelskörpern zugeführten, zuerst sich auf der Erde verbreiteten Pflanzen *Cyanophyceen* waren, da diese Organismen infolge ihrer Fähigkeit, Kohlensäure und N zu assimilieren, ihre Körpersubstanz auch auf totem Gestein aufzubauen vermögen. Aus den Beobachtungen Treub's braucht aber nicht geschlossen zu werden, daß *Cyanophyceen* freien Stickstoff binden, da ja auch stickstoffassimilierende Bakterien neben den *Cyanophocyceen* gewachsen sein können. Überhaupt bedarf es bei der Stickstoffbindung durch diese Algengruppe noch sehr der exakten Beweisführung. Beijerinck fand ferner bei Kulturversuchen im Dunkel, und zwar in 2% Mannitlösungen in Leitungswasser, welchen geringe Spuren von saurem phosphorsauren Kali zugefügt wurden, daß zwei Bakterienarten kräftige Stickstoffbindung innewohnt, nämlich *Azotobacter chroococcum*, allgemein in Gartenerde sehr verbreitet, von welchem er drei Varietäten unterscheidet, davon zwei in Erde, eine dritte im Grabenwasser, ferner *Azotobacter agilis*, sehr verbreitet im Kanalwasser zu Delft. In einer späteren Arbeit, welche Beijerinck mit van Delden (12) publizierte, negierte er die Stickstoffprototrophie dieser Bakterien in Reinzucht, berichtete aber, daß Stickstoffbindung bei diesen Bakterien eintritt, wenn *Azotobacter* in Symbiose mit *Aerobacter aerogenes* oder mit *Granulobacter* oder mit *Bacillus radiobacter* vorkommt.

Koch (13) und Kröber haben dann später festgestellt, daß *Azotobacter chroococcum* auch für sich allein N zu binden vermag, was einerseits Gerlach und Vogel (14), andrerseits Freudenreich (15) sowie andere bestätigen konnten.

Viel kräftiger erscheint aber die Stickstoffbindung des *Azotobacter* zu sein, wenn er mit den genannten Synergeten, namentlich mit *Radiobacter* in demselben Boden vorkommt, wie dies neuerer Zeit von Stocklasa bestätigt wurde. Dieses Zusammenleben bietet speziell dem *Azotobacter* große Vorteile. In einem Boden, in welchem Nitrate in größerer Menge vor-

kommen, kann sich der *Azotobacter* allein weder gut ernähren, noch auch gut vermehren, da für ihn die Salpetersäure eine sehr minderwertige Stickstoffquelle ist. Der *Radiobacter* hingegen findet in der Salpetersäure die beste Nährquelle, welche er bei der Assimilation dann derart zersetzt, daß elementarer Stickstoff entsteht und dieser für *Azotobacter* im status nascendi die trefflichste Stickstoffnahrung abgibt. *Radiobacter* baut also die Nitrate zu elementarem Stickstoff ab, welches Element *Azotobacter* zum Aufbau seines Körpereiweißes benützt.

Löhnis (16*a*) fand, daß außer *Clostridium pastorianum* und den *Azotobacter*-Arten noch *Bacterium pneumoniae, Bacterium lactis viscosum, Bacterium radiobacter, Bacterium radicicola, Bacterium prodigiosum* und *Bacterium turcosum* Stickstoff zu binden vermögen. In einer ganz neuen Arbeit haben Löhnis (16*b*) und Westermann eine größere Anzahl *Azotobacter*-Stämme einer vergleichenden Untersuchung auf Stickstoffbindung unterzogen und eine neue Art *Bacillus danicus* als stickstoffbindend erkannt. Sie unterscheiden 4 Typen des *Azotobacter*.

1. *Azotobacter chroococcum,* ausgezeichnet durch braune bis schwarze Verfärbung der Beläge auf festen Substraten und der oberflächlichen Ansammlungen in Lösungen.

2. *Azotobacter Beijerinckii* mit schwefelgelber Verfärbung im Sarcinastadium.

3. *Azotobacter agile* fluoreszierend und lebhaft beweglich.

4. *Azotobacter vitreum* stets unbeweglich, nur in Kugelform auftretend, auf verschiedenen Nährböden durchscheinende glasige Schleimmassen produzierend.

Lippmann (17) hat bei einem *Azotobacter vinilandi* genannten Spaltpilz gleichfalls starke Stickstoffassimilation beobachtet und tritt dieser Organismus in mehr coccenartigen zu Paketen vereinigten Formen auf. Perotti (18) hat in der römischen Campagna eine neue Art von Stäbchen, *Pseudomonas leuconitrophilus* entdeckt, die sich jedoch nur durch eine schwache Stickstoffbindung auszeichnet. Pillai (19) untersuchte indische Reisfelderde, welche von der Malabarküste aus der Nähe von Trawankur stammte, auf ihren Gehalt an stickstoffbindenden Organismen. Auf den nahezu stickstofffreien

Mannitagarplatten entwickelten sich Kolonien von *pneumonie*-artigen Organismen, eine Beobachtung, welche Löhnis bei der Untersuchung deutscher Erde aus der Nähe Leipzigs gleichfalls gemacht hatte. Ferner kam es zur Entwicklung einer neuen Art in geringer Zahl, welche *Bacillus malabarensis* genannt wurde und die sich durch rotgefärbte unregelmäßig unrandete Kolonien auszeichnet. — Diese Art dominierte dagegen auf Traubenzuckeragar, daneben traten Kolonien von *Micrococcus sulfureus,* sowie Kolonien von *Bacillus subtilis* auf. Auf Tartratagar kamen wieder Kolonien von *Bacterium turcosum*, beziehungsweise *chrysogloea* zur Entwicklung. Bei anaerober Züchtung entstanden aus der Mannitlösung typische *Pneumonie*-Formen, aus der Traubenzuckerlösung zwei *Radiobacter*-Varietäten, aus der Tartratlösung ein dem *Bacterium lipsiense* nahestehender *Pneumonie*-Stamm, sowie eine gasbildende braungelb wachsende Art, die mit *Bacterium tartaricum* bezeichnet wurde. Über die Stickstoffassimilation der genannten Bakterien äußert sich Pillai folgendermaßen: *Bacillus subtilis* und *Bacterium lipsiense* sind nicht in wahrnehmbarem Grade zur Stickstoffbindung befähigt, *Bacterium tartaricum* und *Bacterium radiobacter* absorbieren nur geringe Stickstoffmengen, dagegen gehören *Bacterium turcosum*, *chrysogloea* und *Bacillus malabarensis* nach Ansicht des Verfassers zu den oligonitrophilen Organismen mit ziemlich bedeutender Stickstoffbindung. Recht ansehnlich erwiesen sich die Stickstoffbindungsmengen durch die *Pneumonie*-Stämme, ebenso durch *Micrococcus sulfureus.* Der Verfasser betonte schließlich, daß in dieser Erde das allgemein verbreitete *Azotobacter chroococcum* fehlt, dafür *pneumonie*-artige Organismen in größerer Menge auftraten. De Kruyff (20) isolierte aus der Erde von der Insel Krakatao ein gleich dem *Micrococcus sulfureus* und *malabarensis* gelbwachsendes Bakterium, *Bacterium krakataui*, welches ähnlich wie die genannten pro Gramm Zucker einen Stickstoffgewinn von 1 bis 2 *mg* erzielte. Kaserer (21) berichtet über einen von ihm in Erde gefundenen Bazillus, *Bacillus azotofluorescens,* welcher die Gabe besitzen soll, nicht nur Ammoncarbonat in Ameisensäure und Stickstoff zu überführen, sondern welcher umgekehrt auch unter Benutzung von

Ameisensäure oder Zucker als Näherstoffquelle Stickstoff zu binden vermag. Kaserer (21) stellt auch in einer neuen Arbeit die Beschreibung von Organismen in Aussicht, welche elementaren Stickstoff direkt zu nitrifizieren vermögen. Löhnis und Pillai (22) haben im Vorjahre wieder eine größere Anzahl von Organismen auf Stickstoffbindung geprüft. Als ganz hervorragend stickstoffbindend erwiesen sich mehrere Stämme von *Bacterium pneumoniae* (aerogenes), eine untersuchte *Torula* zeigte nur sehr schwache Stickstoffbindung, der Fungus imperfectus *Dematium pullulans* eine etwas stärkere. Volpino (23) beschreibt einen neuen mit keiner bisher gefundenen Art identischen Spaltpilz, welcher in der von ihm untersuchten Erde stark verbreitet war; derselbe soll neben Stickstoff auch Kohlensäure zu assimilieren vermögen, da er auf Nährplatten zur Vermehrung gebracht werden konnte, die nur aus Kieselsäureanhydrit bestanden, dem Spuren von Kohlehydraten zugefügt wurden. Jacobitz (24) behauptet, Stickstoffassimilation bei dem *Bacillus ellenbachensis, Alinit bacillus,* gefunden zu haben, welcher mit dem *Bacillus megatherium,* beziehungsweise dem *Bacillus subtilis* identifiziert wurde. Nach den Ansichten von Hiltner, Kolkwitz, Hartlieb und Heinze ist aber dieser Organismus weder mit *Bacillus megatherium* noch mit *Bacillus subtilis* identisch, sondern eine eigene Art aus der Subtilis-Gruppe. Dieser assimiliert nach Jacobitz nur sehr wenig Stickstoff. Keutner und Benecke (25) stellten weiter fest, daß auch im Meerwasser *Clostridium pastorianum* und *Azotobacter* vorkommen, und daß diese mit den in Erde lebenden Formen völlig identisch sind. Außer diesen beiden Arten fanden sie auch eine sehr große *Clostridium*-Art, *Clostridium giganteum* genannt, von welcher sie aber noch nicht den exakten Beweis erbringen konnten, daß sie zu den stickstoffprototrophen Organismen gehört. Keutner (26) fand, daß diese Organismen am Meeresgrund an festsitzenden Algen und auf Plankton-Organismen vorkommen. Keding (27) bestätigt diesen Befund, auch er fand sie auf verschiedenen Algen des Meeres.

Pringsheim (28) hat vor zwei Jahren ein vom *Clostridium pastorianum* abweichendes *Clostridium, Clostridium americanum,* beschrieben, welches, wie der Name sagt, aus Amerika

stammt. Dasselbe gehört in die von Graßberger und Schattenfroh aufgestellte Gruppe des *Granulobacter mobilis non liquefaciens*. Ferner beschreibt Pringsheim (29) in diesem Jahre drei weitere Clostridien, welche sich gleich dem *Clostridium americanum* durch kräftige Stickstoffassimilation auszeichnen. Die erste Art stammt von europäischen Lupinen, die zweite von Datteln, also ein subtropischer Bewohner, die dritte aus einer Erde, welche den hohen Regionen der Dolomiten entnommen wurde; er verwendete als Kulturmethode hierzu das Beimpfen steriler in Wasser untergetauchter Kartoffelstücke mit Erde, beziehungsweise mit Samen und konnte auch diese Arten durch langsamen Entzug von gebundenem Stickstoff an die Assimilation von Luftstickstoff gewöhnen. Haselhoff und Bredemann (30*a*) fanden sogar 7 neue Clostridien, die sie als α, β, γ, δ, ε, ζ, η unterschieden, teils in Erde, teils auf trockenen und frischen Blättern, teils auf verdorbenen Konserven. Bredemann (30*b*) hat in einer neueren Arbeit auch darauf hingewiesen, daß *Bacillus asterosporus* zu den Stickstoffsammlern gehöre, früher hatte er bereits den *Bacillus amylobacter* als stickstoffbindend erkannt. Das Verhältnis von verbrauchtem Zucker zur Stickstoffanreicherung betrug 1 *g* Zucker (Glucose) zu 1·16 bis 3 *mg* N. — In welcher Weise alle diese genannten und erwähnten Bakteriaceen den atmosphärischen Stickstoff binden und assimilieren, welche Produkte und Verbindungen da entstehen, bedarf derzeit noch sehr der Aufhellung, obwohl in der letzten Zeit mancher Ansatz hierzu gemacht wurde. So viel entspricht der allgemeinen Annahme, daß der Stickstoff als Nährstoff anzusprechen ist, welcher allmählich durch Synthese in das Eiweiß dieser Bakterienarten überführt wird. Über die Zwischenprodukte, welche hierbei entstehen, sind die Ansichten geteilt. — Da *Clostridium pastorianum* unter seinen Stoffwechselprodukten auch Wasserstoff erzeugt, hat Winogradsky bestimmt, anzunehmen, daß der gebildete Wasserstoff im Status nascendi sich im Plasma des Clostridiums zuerst mit dem freien Stickstoff zu Ammoniak verbinde. Der gleichen Ansicht ist Reinke (31). Gerlach und Vogel (32) glauben wieder, unter Hinweis auf die neuerer Zeit beobachteten synthetischen Bildungen von amidartigen

Körpern, daß der in den Stoffwechsel gerissene elementare Stickstoff an organische Kohlenstoffverbindungen angelagert und auf diese Weise das Körpereiweiß gebildet wird. Gautier und Drouin (33) sind andrerseits der Meinung, daß die fraglichen Mikroorganismen den Stickstoff unter vorhergehender Oxydation binden. Löw (34) stützt eine ähnliche Ansicht auf die Beobachtung, daß Platinmohr in Berührung mit Luft Spuren von Ammoniumnitrit bildet.

Wie aus vielfachen Beobachtungen hervorgeht, ist die Stickstoffbindung vieler der genannten Bakterienarten an der Oberfläche fester Nährsubstrate eine weitaus größere als in Flüssigkeiten. Werden *Azotobacter*-Kulturen auf Gipsplatten gezüchtet, so schnellt die Stickstoffbindung nach Freudenreich gewaltig hinauf, so daß eine Stickstoffzunahme bis zu 150 *mg* beobachtet werden kann. Bei dieser Versuchsanstellung können die Bakterien eben in idealer Weise, frei der Luft ausgesetzt, die Stickstoffbindung zur Durchführung bringen. Nach Schneider (35) ist auch die Stickstoffassimilation im Boden um so höher, je besser die Luft in denselben eindringen kann. Auch der Kalkgehalt ist von maßgebendem Einfluß, so begünstigt genügender Kalkgehalt im Boden die Stickstoffassimilation namentlich in der Form des kohlensauren Kalkes, besonders unter Zusatz von Kaliphosphat $K H_2PO_4$, wie Wilfarth und Wimmer (36) betonen. Auch Fischer (37) fand, daß in gekalkten Böden die Stickstoffassimilation durch *Azotobacter* eine höhere ist. Diese Beobachtung wurde neuerer Zeit von Krzemieniewski (38), Severin und Helene bestätigt, dagegen führt Remy (39) den Kalkstickstoff für *Azotobacter* in größeren Gaben als ungünstig an. Krzemieniewski weist neuster Zeit auch auf die Wichtigkeit der Ernährung des *Azotobacter* durch Kali hin. Koch (40), Litzendorf, Krall und Alves haben mit Erfolg die Tätigkeit der stickstoffassimilierenden Bodenbakterien durch Zufuhr von Kohlehydraten, z. B. Glucose, Rohrzucker, lösliche Stärke zu steigern versucht, andrerseits aber gefunden, daß Melasse eine N-Verminderung im Boden herbeiführt, eine Beobachtung, die von Stocklasa jedoch nicht geteilt wird. Krainsky (41) lenkt die Aufmerksamkeit auf die Feuchtigkeitsverhältnisse des

Bodens. Er fand, daß geringere Mengen von Feuchtigkeit im Boden die Stickstoffbindung begünstigen, größere Mengen sie verzögern. Sehr eingehend beschäftigt sich neuerer Zeit Stocklasa (42) mit der Ernährungsphysiologie der oligonitrophilen Bakteriaceen und der Untersuchung ihrer Stoffwechselprodukte. Als Abbauprodukte des als Kohlenstoffnahrung gebotenen Mannits fand er bei *Azotobacter chroococcum* Alkohol, Milchsäure, Essigsäure, in einem Falle auch Buttersäure, während Bernsteinsäure und Ameisensäure fehlten. Wurde Glucose als Nahrung geboten, so verlief der Abbau ähnlich, nur bildet sich in diesem Falle auch Ameisensäure. An Gasen traten ausschließlich Kohlensäure und Wasserstoff auf. Stocklasa schreibt den Abbau von Mannit und Glucose der Wirkung glycolitischer Enzyme zu und glaubt, daß die Bildung von Wasserstoff eine wichtige Rolle bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes spielt. Die Mitteilung Stocklasa's, daß bei der Zersetzung der Kohlehydrate Wasserstoff, Alkohol und Kohlensäure entstehen, wird übrigens neuester Zeit durch Krzewieniewski (43) in Zweifel gezogen. In einer erst kürzlich erschienenen Arbeit hat Stocklasa (44) seine Versuche wiederholt und gefunden, daß bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Reinkulturen von *Azotobacter chroococcum* Wasserstoff in erheblichen Mengen entsteht und daß dieser Wasserstoff eine ganz bestimmte Aufgabe bei der Bindung elementaren Stickstoffes zu erfüllen habe. Es dürfte nach Ansicht des Verfassers als erstes Produkt CNH entstehen, welches sodann die Grundlage der Eiweißsynthese bei den weiteren Stoffwechselprozessen abgibt. Stocklasa hat den *Azotobacter chroococcum* einer eingehenden Analyse unterzogen und in der Reinasche desselben unter anderem verhältnismäßig sehr viel Phosphorsäure und Kaliumoxyd gefunden. In diesen beiden Stoffen sieht er quasi Coenzyme der glycolitischen Enzyme, da sie dieselben bei der Zersetzung von Kohlehydraten wesentlich unterstützen. Nebst den beiden genannten Substanzen schreibt er auch dem für den Atmungsprozeß so wichtigen Mangan eine besondere Wirkung bei der Stickstoffassimilation zu. Stocklasa konnte aus *Azotobacter*-Kulturen Enzyme isolieren, welche der Zymase und Lactacidase sehr ähnlich sind.

Mit diesen und anderen Enzymen wie den Schizasen vermag *Azotobacter* die zahlreichen Kohlehydrate, die sich in der Erde namentlich in der Form der Furfuroide vorfinden und von welchen die Pentosane die wichtigsten sind, allmählich abzubauen, in Monosaccharide wie Arabinose und Xylose zu verwandeln und diese dann weiter zu spalten.

Außer bei freilebenden Spaltpilzen wird Stickstoffprototrophie zunächst auch für einige Vertreter aus dem Stamme der *Euthalophyta* behauptet, jedoch herrscht hierüber noch keine Einigkeit. Berthelot (45) gibt Stickstoffixierung für *Aspergillus niger, Alternaria tenuis* und *Gymnoascus* an, jedoch soll nur die *Alternaria*-Kultur rein gewesen sein. Winogradsky fand bei *Aspergillus* keine Stickstoffbindung, Puriewitsch (46) jedoch schreibt dem *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum* diese Eigenschaft zu. Saida (47) fand, daß *Aspergillus niger, Mucor stolonifer, Endococcus purpurascens* und *Phoma betae* freien Stickstoff assimilieren. Nachprüfungen dieser Arbeit durch Koch (48) haben aber negative Resultate ergeben, jedoch meint dieser, daß hieraus noch nicht ohne weiteres gefolgert werden darf, daß die Angaben von Puriewitsch und Saida unrichtig sind, da es ja auch bei älteren Reinkulturen von *Azotobacter* vorkommt, daß sie nur eine außerordentlich schwache, hie und da auch gar keine Stickstoffbindung zeigen. Nach der Ansicht Heinze's (49) sind höhere Pilze nicht imstande, den freien Stickstoff der Luft zu binden. Wenn sie trotzdem für die im Boden vor sich gehende Stickstoffsammlung von Bedeutung sind, so beruht dies darauf, daß sie ähnlich wie die Algen für die eigentlich stickstoffsammelnden Bakterien den Kohlenstoff in möglichst geeigneter Form zu liefern vermögen.

Ternetz (50) überprüfte neuester Zeit gleichfalls *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum*, fand aber, daß diesen Pilzen die Stickstoffbindung nur in sehr geringem Grade innewohnt. Im vergangenen Jahre hat Fröhlich (51) mehrere Schimmelpilze, wie *Alternaria tenuis, Macrosporium commune, Hormodendron cladosporioides* und *Cladosporium herbarum* auf Stickstoffbindung überprüft und angeblich gefunden, daß

die durch diese Pilze assimilierte Stickstoffmenge größer ist als bei *Clostridium pasteurianum*..

Was die Stickstoffbindung durch Algen anbelangt, so wurden eingangs bereits die Anhäufungsversuche Beijerinck's mit *Cyanophyceen* erwähnt.

Frank (52) einerseits, Schlösing und Laurent (53) andrerseits schlossen aus der Vermehrung verschiedener Algen in sterilem und von der Sonne beschienenem Sand auf ihr Vermögen, N zu binden. Sie fanden bei der Bestimmung des Stickstoffgehaltes in diesen Sandkulturen eine starke Stickstoffanreicherung. Kossowitsch (54) hat später diese Versuche nachgeprüft, aber speziell bei Reinkulturen von *Cystococcus* ein negatives Resultat erhalten. Er fand aber starke Stickstoffixierung, wenn er die Algen mit Bodenbakteriengemischen kultivierte, und neigt zu der Ansicht hin, daß Algen allein zwar nicht imstande sind, Stickstoff zu binden, wohl aber in einer Art symbiotischen Verhältnisses mit Bodenbakterien den durch diese Organismen assimilierten Stickstoff weiter verwenden und dafür diesen die Lieferung von Kohlehydraten vermitteln. Eine Bestätigung hierzu lieferte auch Hugo Fischer (55), welcher ein symbiotisches Verhältnis des *Azotobacter* nicht allein mit Meeresalgen, sondern auch mit bodenbewohnenden *Oscillatorien* beobachtete. Auch Heinze (56) spricht den Algen im Boden insoweit eine große Bedeutung zu, als sie stickstoffsammelnde Organismen, namentlich *Azotobacter* in reichlichem Maße mit wertvollen besonders geeigneten Kohlenstoffverbindungen wie Mannit, Glycogen eventuell auch mit Pentosanen (Pentosen) versorgen und ihnen die Energie liefern, kräftigst Stickstoff zu assimilieren. Es ist dies zugleich die verbreitetste Ansicht, daß Algen, wie gesagt, nicht direkt stickstoffbindend wirken, sondern die stickstoffbindenden Spaltpilze durch Überlassung von Nährstoffen unterstützen. Auch Krüger und Schneidewind (57) konnten mit Reinkulturen von *Stichococcus, Chlorella* und *Chlorothecium* keine Stickstoffbindung erhalten. Wäre die Ansicht von Benecke und Keutner (58) richtig, daß die von Beijerinck entdeckten *Azotobacter*-Arten nicht Bakterien sind, sondern zu den farblosen Algen gehören und als farblose *Aphanocapsa*-Arten

aufzufassen sind, so wären auch vereinzelte Algen einwandfrei als stickstoffprototrophe Organismen anzusprechen. Auch für weitaus höher stehende Pflanzen als Algen wird Stickstoffassimilation behauptet. Hier muß zuerst der Ansicht Frank's gedacht werden, daß jedes pflanzliche Protoplasma freien Stickstoff zu assimilieren vermag, daß jede Pflanze mehr oder weniger den freien Luftstickstoff in ihren Stoffwechsel einbeziehen kann. Scheinbar bestätigt wurde diese Annahme für Hafer und Senf durch Liebscher (59), für Gerste durch Petermann (60), für Hafer und Roggen durch Atwater und Woods (61). Zahlreiche andere, und zwar neuere Arbeiten haben aber gezeigt, daß der höheren Pflanzenwelt keine Stickstoffbindung innewohnt. Bisher sind aber alle Untersuchungen mit sehr geringen Ausnahmen in nicht oder nur unvollständig sterilisierter Erde oder sonstigen unsterilen Nährböden angestellt worden, so daß über die Stickstoffprototrophie höherer Pflanzen noch keine Klarheit herrscht. Nur Petermann (62) hat später bei seinen Versuchen mit Gramineen vollständig sterile Nährböden benützt und konstatiert, daß diese Gewächse keinen Stickstoff binden, während Stocklasa (63) das Gegenteil beobachtet haben will. Neuerer Zeit vertritt auch Jamieson (64) den Standpunkt, daß die Pflanzen ganz allgemein freien Stickstoff direkt aus der Luft aufnehmen und in Eiweiß verwandeln. Nach seiner Theorie sind speziell die Blätter der Pflanzen zur Stickstoffassimilation befähigt, aber nur dann, wenn ihre Epidermis außerordentlich dünn ist. Als ganz besondere Konzentrationszentren der Stickstoffassimilation sieht Jamieson gewisse spezifisch ausgebildete Haare der Blätter, Blattstiele und Stengel an. Durch Anwendung verschiedener Eiweißreagentien wie Jod, Kupfersulfat, Millon's Reagens gelang es ihm angeblich nachzuweisen, daß die Albumingeneratoren, wie er diese Haare nennt, in ihren Scheitelzellen Eiweiß in großen Mengen produzieren, dessen Stickstoff nur der Luft entstammen könne. Er fand, daß diese Scheitelzellen sich zuerst mit Eiweiß anreichern, während alle übrigen Zellen des Haares erst von hier aus mit Eiweiß in größerer Menge versorgt wurden.

Die Untersuchungen Jamieson's sind, zwar nur qualitativ durchgeführt, an sich sehr interessant, doch stehen sie mit allen bisherigen Erfahrungen in dieser Frage so sehr in Widerspruch, daß sie nicht plausibel erscheinen und auch theoretisch schwer verständlich sind.

Ich habe bisher nur auf die Stickstoffassimilation durch frei in der Erde lebende Organismen Rücksicht genommen. Es erübrigt noch, kurz auf die Bindung freien Stickstoffes durch das Zusammenwirken von Schizomyceten und Eumyceten mit höheren Pflanzen einzugehen. Hier will ich mich, da meinem Thema fernerliegend, nur auf die wichtigsten Tatsachen beschränken. Schon in den Werken einiger landwirtschaftlicher Schriftsteller des Altertums, wie des Plinius und Varrus, war die Meinung ausgesprochen worden, daß man den Boden nach Ernten von Leguminosen nicht zu düngen brauche. Man bezeichnete diese Pflanzengruppe als Boden bereichernd, während man die Gramineen als bodenzehrend bezeichnete. Später fanden Lawes und Gilbert, daß die bodenbereichernde Fähigkeit auf eine Stickstoffwirkung zurückzuführen ist und man nannte die Leguminosen Stickstoffmehrer zum Unterschied von den Halmfrüchten, Hackfrüchten etc., welche mit dem Namen Stickstoffzehrer bezeichnet wurden. Die ersteren reicherten, wie man sah, den Stickstoffgehalt im Boden an, die letzteren entnahmen und erschöpften denselben bei fortdauerndem Anbau.

Liebig war es zuerst, der aus diesen Tatsachen die Ansicht schöpfte, daß der Luftstickstoff in irgendeiner Weise zur Ernährung der Leguminosen herangezogen werde. Die Versuche, welche Boussingault (65) und auch andere anstellten, brachten in diese Frage noch keine Entscheidung. Erst im Jahre 1886 brachten die Arbeiten von Hellriegel und Wilfarth (66) den sicheren Nachweis, daß die Leguminosen durch den Besitz der schon lange, speziell schon Malpighi (67) bekannten knöllchenartigen Anschwellungen an den Wurzeln befähigt sind, den Stickstoff der Luft zu assimilieren. Woronin (68) andrerseits kommt das Verdienst zu, zuerst, und zwar bereits im Jahre 1866 darauf hingewiesen zu haben, daß diese Knöllchen von lebenden, den Bakterien ähnlichen Gebilden erfüllt sind. Es dauerte ziemlich lange, und zwar bis zum Jahre 1888.

als es Beijerinck (69) gelang, die Natur dieser Lebewesen festzustellen. Er vermochte, sie auf künstlichen Nährböden zu züchten, indem er einen Absud von Papilionaceenblättern anfertigte, dem 7% Gelatine, $^1/_4$% Asparagin und $^1/_2$% Rohrzucker zugesetzt wurden. Auf diesem Nährboden treten die Knöllchenbakterien in zwei Zellgestalten auf, als Stäbchen von 4 bis 5 μ Länge, 1 μ Breite und als sogenannte Schwärmer von 0·9 μ Länge und 0·18 μ Breite; die ersteren dürften nach neuerer Ansicht bereits die Involutionsform, die Bakteroidenform darstellen, während die Schwärmer die typischen Formen der Leguminosenbakterien bilden, da die jugendlichsten Individuen in den Knöllchen selbst dieselbe Größe und Form besitzen. Beide Zellformen sind beweglich und unfähig, Sporen zu bilden; infolgedessen ist es sehr richtig, daß Praźmowski die von Beijerinck zuerst gewählte Bezeichnung *Bacillus radicicola* in *Bacterium radicicola* veränderte.

Frank (70) bezeichnete diese Bakterienart ganz überflüssigerweise mit *Rhizobium leguminosarum,* eine Benennung, die jetzt glücklicherweise immer mehr aus der Literatur verschwindet. Beijerinck unterschied die Knöllchenbakterien in zwei Gruppen. Bei der ersten Gruppe sind die Kolonien auf Leguminosengelatine mehr hyalin. Das Wachstum ist auf Fleischwassergelatine schwierig oder bleibt überhaupt aus, wird aber durch Rohrzucker und Glucose gefördert. Die Schwärmer sind sehr klein. Die Bakteroiden sind zweiarmig oder kugelig oder birnförmig. In dieser Gruppe unterscheidet Beijerinck verschiedene Variationen, nämlich *Bacterium radicicola* var. *Fabae,* var. *Viciae hirsutae,* var. *Trifoliarum,* var. *Pisi,* var. *Lathyri.* An diese dürften sich die *Medicago-, Genista-* und *Melilotus*-Bazillen anschließen. Bei der zweiten Gruppe sind die Kolonien mehr trüblich weiß und opak. Das Wachstum auf Fleischwassergelatine ist etwas kräftiger als bei der ersten Gruppe. Die Schwärmer sind stäbchenförmig und etwas länger als bei der ersten. Die Bakteroiden sind weniger verzweigt. Die durch diese Bakterien verursachten Knöllchen lassen sich in drei Typen unterscheiden: in den *Phaseolus, Lupinus-* und *Robinia*-Typus. Nobbe, Schmid, Hiltner und Hotter (71) beschäftigten sich dann später sehr intensiv mit

der näheren Beschreibung und Unterscheidung der einzelnen Leguminosenbakterien. Sie stellten zunächst fest, daß nur geringe morphologische Unterschiede bei den einzelnen Arten vorkommen, ferner fanden sie, daß die aus einer Leguminosenart isolierten Bakterien sehr kräftige Knöllchenbildung bei dieser Art wieder hervorzurufen vermögen, daß aber die Knöllchenbildung bei anderen Leguminosenarten in der Regel eine schwächere wird, je weiter diese von den ersteren im botanischen Systeme abstehen. Doch sind hier wieder Unterschiede zu machen; die Knöllchenbakterien der *Pisum*- und *Vicia*-Arten stehen einander näher, sie können einander leichter vertreten, hingegen zeigen die *Trifolieen*-Arten größere Unterschiede. So beobachteten Nobbe und Hiltner (71) bei *Medicago sativa* ein völliges Ausbleiben der Knöllchenbildung, wenn in dem sterilisierten Gemisch von Sand und Erde, welches zur Nahrung diente, Bakterien aus *Trifolium pratense* ausgesäet wurden. Noch auffallender sind die Unterschiede zwischen den Knöllchenbakterien der einzelnen *Lupinus*-Arten, ähnlich verhält es sich auch bei *Robinia*, hingegen kann die Gattung *Phaseolus* sehr leicht durch Bakterien aus Knöllchen anderer Leguminosen infiziert werden, so durch *Pisum*-, *Robinia*-Bakterien. Umgekehrt haben die *Phaseolus*-Bakterien stets Knöllchen bei *Pisum* hervorgebracht, die unter gewissen Umständen jedoch nur eine geringe Wirkung auf das allgemeine Wachstum der Pflanzen hervorbrachten, dagegen gelang es nicht, *Robinia* durch *Phaseolus*-Bakterien zur Knöllchenbildung zu bringen. Aus allen genannten Versuchen schlossen Nobbe und Hiltner (72), daß die Leguminosenbakterien nur Anpassungsformen einer Art seien. Eine große Unterstützung erfuhr diese Annahme, daß *Pisum*-Bakterien und *Phaseolus*-Bakterien ineinander überführt werden können. Kirchner (73) fand später, daß die *Soja*-Bohne eigener Bakterien bedürfe, um sie zur Knöllchenbildung zu bringen, doch erwiesen es Hiltner und Störmer (74) als sehr wahrscheinlich, daß *Lupinen*-Bakterien durch Anpassung in *Soja*-Bakterien überführt werden können. Mazé (75) legte bei seiner Einteilung der Leguminosenbakterien im Gegensatz zu Beijerinck nicht morphologische sondern physiologische Unterschiede zugrunde. Er unter-

schied sie in zwei Gruppen, in eine Gruppe, die in sauren Böden, und in eine zweite Gruppe, die in basischen Böden vorkommt. Hiltner (76) erwies aber die Unhaltbarkeit dieser Auffassung.

Im Jahre 1903 haben Hiltner und Störmer (77) die Frage der Arteinheit der Knöllchenbakterien neuerdings studiert und festgestellt, daß dieselben sich in zwei ziemlich scharf zu trennende Gruppen unterscheiden lassen, und zwar nicht allein in morphologischer sondern auch in physiologischer Beziehung. Diese zwei Gruppen wurden als zwei verschiedene Arten aufgestellt und die eine Art mit *Rhizobium radicicola,* die andere mit *Rhizobium Beijerinckii* (H. und St.) bezeichnet. Der wesentliche Unterschied in physiologischer Beziehung beruht darauf, daß *Rhizobium Beijerinckii* gar nicht oder nur sehr schwer auf gelatinösen Nährböden zum Wachsen zu bringen ist. Zu dieser Art, die nur auf Agar gedeiht, gehören die Erreger der Wurzelknöllchen von *Lupinen, Seradella,* welche beide nach Gerlach und Vogel (78) sich völlig gegenseitig vertreten können, und *Soja,* während die auf Gelatine wachsende Art alle übrigen Knöllchenbakterien umfassen soll. Nach Ansicht der Verfasser besteht jede Art aus verschiedenen Varietäten, sogenannten Standortsvarietäten, die durch Anpassung ineinander überführbar sind. Anhangsweise hiezu sei erwähnt, daß Rodella (79) aus den Knöllchen der Leguminosen regelmäßig die Entwicklung einer anaeroben Bakterienart beobachtete, welche er mit Winogradsky's *Clostridium pastorianum* zu identifizieren glaubte, aber von dieser Ansicht durch weitere Spezialuntersuchungen wieder abgekommen ist, da diese Art sowohl auf Nährgelatine wie auf gezuckertem Agar sehr gut fortkommt, was bei dem eigentlichen *Clostridium pastorianum* nur in geringerem Maße der Fall ist. Gino de Rossi (80) führt in einer sehr umfangreichen Arbeit aus, daß das *Bacterium radicicola Beijerinckii* noch sehr unsicher und wenig genau beschrieben wurde. Der von ihm entdeckte Stamm sei der erste, der in völlig einwandfreier Weise reingezüchtet und sicher individualisierend identifiziert wurde. Da man erkannt hatte, daß die Knöllchen der Leguminosen eine so überaus wichtige Bedeutung für die Stickstoffversorgung der

Leguminosen haben, ging man dann später auch an die Untersuchung der physiologischen Bedeutung der knöllchenartigen Anschwellungen anderer Pflanzen. Schon lange waren solche Anschwellungen bei den Erlen und Ölweiden bekannt. Brunchorst (81) fand sie weiter bei *Myrica Gale,* Beijerinck (82) bei *Melampyrum pratense* und *Rhinanthus major.* Hiltner (83) konnte Knöllchenbildung auch bei *Scrophulariaceen* und *Labiaten* nachweisen. Woronin (84) fand in den Knöllchen der Erlen einen Pilz, welchen er *Schinzia alni* nannte. Später haben sich mit diesem Organismus besonders Möller (85), Brunchorst (86) und Frank (87) beschäftigt.

Brunchorst konnte diesem Organismus im System der Pilze keinen Platz anweisen, obwohl er ähnlich wie *Mucoraceen* Sporangien bildet. Er nannte ihn *Frankia subtilis.* Frank hält *Frankia subtilis* nicht für einen Pilz, sondern »nur für etwas von pilzlicher Abkunft, für ein im Stoffwechsel einer anderen Pflanze degeneriertes, gewissermaßen zum Bestandteil der letzteren gewordenes und zugrunde gegangenes Lebewesen«.

Nach Hiltner's (88) Ansicht ist *Frankia subtilis* ein bakterienartiger Organismus, dessen fadenartige Coenobien leicht in stäbchenartige Glieder zerfallen. Shibata (89) schließt sich im großen und ganzen dieser Ansicht an. Bjorkenheim (90*a*) und Zach (90*b*) beobachteten in Weißerlenknöllchen einen Hyphenpilz von auffallend großen Dimensionen, ohne sich aber über die systematische Stellung desselben zu äußern. Die Stickstoffassimilation durch die Knöllchen der Erlen ist nach Hiltner eine recht hohe.

Auch für *Elaeagnus angustifolius,* die Ölweide, haben Nobbe und Hiltner den Nachweis erbracht, daß diese Pflanzenart durch den Besitz der Knöllchen nicht auf den Bodenstickstoff angewiesen ist. Der die *Elaeagnus*-Knöllchen erzeugende Organismus ist wie Brunchorst nachwies, dem der Erlen sehr ähnlich. In den Knöllchen von *Myrica Gale* lebt nach Shibata eine *Actinomyces*-Art. Auch in *Cycadeen* kommen Knöllchen vor, in welchen eine Alge, wahrscheinlich eine Art *Nostoc* oder *Anabaena* gefunden wurde. Brunchorst (91) hält

aber den Erreger nicht für eine Alge, sondern für einen nicht weiter benannten Pilz. Nach Ansicht von Hiltner dürfte es aber keinem Zweifel unterliegen, daß in den Knöllchen der *Cycadeen* vorzüglich Algen anzutreffen sind. Schneider hat übrigens auch mehrere Bakterienarten in den Knöllchen der *Cycadeen* gefunden. Schließlich wäre auch noch der Mykorrhizen Erwähnung zu tun, da auch diese Bildungen teilweise mit der Stickstofffrage in Verbindung stehen. Zuerst beschäftigte sich Wahrlich (92), und zwar genauer mit der *Mykorrhiza*-Bildung an *Orchideen*-Wurzeln, obschon vorher Reeß (93) eine Verpilzung an Koniferenwurzeln durch *Elaphomyces*, ein Jahr später (1881) Kamiénski (94) an der chlorophyllosen Pflanze *Monotropa hypopitys* beobachtete. Frank (95) war es dann, welcher allgemein auf die Verpilzung der Wurzeln verschiedener Pflanzen aufmerksam machte. Er unterschied ectotrophe Mykorrhizen, bei welchen der Pilz mantelähnlich die Wurzeln von außen umgibt und nur in die peripheren Teile derselben eindringt und endotrophe Mykorrhizen, bei welchen sich die Pilzfäden mehr im innern und an bestimmten Stellen entwickeln.

Ectotrophe Mykorrhizen finden sich nach Frank fast bei allen *Coniferen* und *Cupuliferen*, endotrophe bei *Orchideen, Ericaceen* und anderen. Ergänzt wurde diese Mitteilung durch eine Arbeit Tubeufs (96), welcher auch bei verschiedenen Coniferen die Bildung von endotrophen Mykorrhizen beobachtete. Schlicht (97), Janse (98) und namentlich Stahl (99) haben dann die Kenntnisse der Mykorrhizen erweitert; letzterer führte aus, daß die Mykorrhizenbildung nur bei submersen und schwimmenden Wasserpflanzen und einzelnen artenreichen Familien *(Cyperaceen, Cruciferen, Polypodiaceen)* fehle, während sie bei der Mehrzahl der höheren Pflanzen entweder fast stets oder doch vorübergehend aufzutreten pflegt. Ectotrophe Mykorrhizen scheinen von verschiedenen Pflanzen hervorgebracht zu werden, während an der Bildung der endotrophen nur eine Pilzart beteiligt zu sein scheint.

Die Bedeutung der ectotrophen Mykorrhizen für das Leben der Pflanzen konnte bisher noch nicht einwandfrei erklärt werden, die endotrophe Mykorrhizenbildung steht aber gewiß mit der Stickstoffassimilation in Zusammenhang; es

dürfte in hohem Grade wahrscheinlich sein, daß durch diese Bildung eine Bindung des freien atmosphärischen Stickstoffes erfolgt, wie speziell die Arbeiten von Nobbe und Hiltner (100) einerseits, von P. E. Müller (101) andrerseits dartun, obwohl neuester Zeit sich Möller (102) gegen Müller wendet, indem einzelne endotrophe Mykorrhizen, wie die der Bergkiefer, absolut keinen Stickstoff binden. Hiltner hat neuerer Zeit auch noch darauf hingewiesen, daß möglicherweise durch Pilzmycelien, welche hie und da auch auf oberirdischen Pflanzenteilen vorkommen, eine Stickstoffassimilation herbeigeführt werden kann; so fand Hiltner einen Pilz auf dem Taumellolch, welcher auf die Wirtpflanze eine fördernde Wirkung äußerte, welche Beobachtung von Nestler (103), der von einer echten Symbiose spricht, bestätigt wurde. Neuester Zeit hat Ternetz (104) auf *Ericaceen* fünf Arten von *Phoma*-Pilzen beobachtet und experimentell festgestellt, daß dieselben zur Stickstoffbindung deutlich befähigt sind.

Wie aus vorliegender Übersicht, in die ich nur das Wichtigste über das Vorkommen bisher gefundener oligonitrophiler Organismen aufgenommen habe, hervorgeht, ist bisher ein Blastomycet oder Sproßpilz im weiteren Sinne mit Ausschluß der von Löhnis untersuchten *Torula* noch nicht als stickstoffprototroph angesprochen worden. Ich erinnere mich zwar, vor Jahren an irgendeiner Stelle gelesen zu haben, daß *Blastoderma salmonicolor* den atmosphärischen Stickstoff zu binden vermag, doch erscheint diese Beobachtung in keiner der neueren Arbeiten und Zusammenfassungen *oligonitrophiler* Organismen aufgenommen, so daß ich hier nur kurz hierauf verweisen will. Der von mir, wie schon eingangs erwähnt, auf Lorbeerblättern gefundene Pilz dürfte, wie meine Ausführungen ersichtlich machen werden, zu den mittelstarken stickstoffassimilierenden Organismen gehören. Dieser Pilz, welchen ich, wie ich hier gleich mitteilen will, infolge gänzlichen Ausbleibens von Ascusbildung zu den Fungi imperfecti rechnen muß, bringt unter keinen Umständen ein typisches Mycel zur Entwicklung, sondern wächst auf allen Nährböden und unter allen Verhältnissen in Sproßmycelien oder durch Knospung.

Er muß daher zu den *Blastomyceten* oder Sproßpilzen im weiteren Sinne gerechnet werden. Derselbe fand sich in ziemlicher Menge auf den untersuchten Lorbeerblättern vor. In dem einen Falle bildete er bis zu 18% sämtlicher auf Zuckeragar aufgegangenen Keime.

Die Blätter wurden zur Eruierung ihres Keimgehaltes einzeln in kleine je 20 cm^3. Wasser enthaltende Pulvergläser gebracht, hier gründlich durch Schütteln abgespült und eine äquivalente Menge der Aufschlemmflüssigkeit zur Anlage einer Plattenkultur auf Zuckeragar verwendet. Zur Darstellung dieses Zuckeragars diente nach Beijerinck's Vorschrift eine 2% Agargallerte, in welcher durch oftmaliges Waschen mit Wasser der Stickstoffgehalt auf ein Minimum herabgedrückt wurde. In der hinterbliebenen Masse wurden dann pro 100 *g* 2 *g* d-Glucose chem. pur Merck und 0·02 *g* saures phosphorsaures Kali gelöst. Die verwendete Glucose erwies sich, nach der Lassaigne'schen Probe überprüft, als nahezu stickstofffrei, jedesfalls ergab sie keine Reaktion, welche mehr als Spuren von Stickstoffsubstanzen angedeutet hätte. Es enthielt daher der benützte Glucoseagar nur die außerordentlich geringen Stickstoffanteile, welche das Wiener Hochquellenwasser besitzt, sowie die geringen Mengen von Stickstoffverbindungen des ausgewaschenen Agars. Bevor ich an die weitere Untersuchung dieses Sproßpilzes ging, um seine morphologischen und physiologischen Eigenschaften festzustellen, hielt ich es für notwendig, von demselben eine einwandfreie Reinzucht herzustellen. Hiebei begnügte ich mich nicht, den Organismus auf Zuckeragar auszusäen und dann aus einzelnen Kolonien Verdünnungen anzulegen, wie dies bei Bakterienreinzuchten üblich ist, sondern ich benützte die Einzellenzucht, ging also von einer einzelnen Zelle aus. Da der Organismus, seinen natürlichen ökologischen Verhältnissen entsprechend, auch künstlich herangezüchtet werden sollte, lag mir daran, nur Oberflächenkolonien zu erhalten. Ich stellte mir zu diesem Zweck auf größeren quadrierten Deckgläschen dünne Platten von dem beschriebenen Zuckeragar her, welcher zuvor einigemale filtriert wurde, bis er die entsprechende Pellucidität besaß und es leicht war, die ausgesäten Keime zu

sehen und ihre weitere Entwicklung zu beobachten. Es wurde hierauf von dem Hefebelag einer jungen Zuckeragarkultur eine Aufschlemmung in sterilem Wasser angefertigt, die derart beschaffen war, daß ein kleines Mikrotröpfchen von zirka 1 bis $1^1/_2$ *mm* Durchmesser aus derselben zirka einen Keim enthielt. Solche Tröpfchen trug ich nun reihenweise mittels steriler Glaskapillaren in die Mitte der Quadrate auf und brachte die so adjustierten Deckgläschen unter allen Kautelen eines sterilen Arbeitens auf eine Böttcher'sche Kammer, die ja gewöhnlich zur Anlage von Hefereinkulturen benützt wird. Nun wurden die einzelnen Quadrate durchmustert und jene Quadrate speziell im Auge behalten, in welchen nur eine Hefezelle gesehen worden war. Da das Wasser aus der Hefeaufschlemmung rasch in den Agar aufgesaugt wird, kommen die Hefezellen bei dieser Kulturmethode auf der Oberfläche des Agars zu liegen und werden sich die Kolonien zu Oberflächenkolonien entwickeln. Nach 24 Stunden wurden die Platten einer neuerlichen Perlustration unterzogen und nun bei jeder Kolonie die Anzahl der gebildeten Tochterzellen festgestellt. Jene Kolonien wurden dann weiter beobachtet, welche die relativ meisten Zellen enthielten, denn diese mußten aus den wachstumskräftigsten und schnellwüchsigsten Zellen hervorgegangen sein. Von diesen Kolonien wurden nach entsprechender Zeit Strichkulturen auf Zuckeragar angelegt, welche dann für die weiteren Untersuchungen als Ausgangsmaterial dienten.

A. Verhalten des Pilzes auf verschiedenen Nährböden und seine morphologischen Eigenschaften.

a) Würzegelatine.

Auf diesem Nährboden entwickelt der Mikrobe ganz glattrandige Beläge; auch auf der Oberfläche der Kolonien, selbst der Riesenkolonien sind keine Differenzierungen bemerkbar, die Riesenkolonien ähneln sehr dem *Torula*-Typus. Die Einzelorganismen sind zumeist von elliptischer Gestalt und knospen fast stets polar. Sie besitzen eine Länge von 8 bis 12 μ, eine Breite von 3 bis 4 μ. In älteren Zellen treten stark lichtbrechende Vacuolen, zumeist in der 2 bis 3 Zahl auf (siehe Zuckeragar).

b) **Brot.**

Auch hier weist die Kultur ein ganz glattes Aussehen von grauweißer Farbe auf. Die Zellen sind zumeist elliptisch; hie und da kommen auch kugelige Zellen vor. Die Größendimensionen betragen 4 bis 7·5 μ Länge, 2·5 bis 3 μ Breite. In älteren Zellen kommt es zur Bildung von deutlich hervortretenden Vacuolen.

c) **Kartoffel.**

Die Kultur besitzt eine weiße Farbe, ist ganz glatt umrandet und stark über das Nährsubstrat emporgewölbt, überhaupt sehr kräftig entwickelt. Ältere Kartoffelkulturen zeigen an dem dünneren und trockeneren Ende der keilförmig geschnittenen Kartoffel ein kreidiges Aussehen. Hier sind die Zellen sehr unregelmäßig gestaltet und zur Involutionsformenbildung geneigt, so finden sich oft Zellen in Dreiecksform; manche Zellen sind von enormer Größe, andere wieder sehr klein. Am unteren feuchten Teil der Kartoffel besitzen die Zellen regelmäßigere Formen, doch sind sie mehr kurz und breit.

d) **Glucoseagar.**

Auf diesem Nährboden bildet der Organismus einen überaus kräftigen, fast weißen Belag, der sich stark über das Nährsubstrat erhebt und glattrandig gegen dasselbe abfällt. Von einer Differenzierung auf der Oberfläche ist kaum etwas zu sehen.

Die Zellform ist elliptisch, die Länge beträgt 5 bis 8 μ, die Breite 2·5 bis 3 μ. In älteren Kulturen erscheint auch auf diesem Nährboden das Protoplasma der Zellen stark differenziert, indem es zur Ausbildung stark lichtbrechender Vacuolen kommt. Ursprünglich hatte ich diese Gebilde bei flüchtiger Ansicht für Ascosporen gehalten, doch fehlt diesem Pilze die Eigenschaft, Ascosporen zu bilden, soweit ich wenigstens Einsicht nehmen konnte, vollständig, denn weder auf Gipsblöcken, Tonblöcken, noch auf Kartoffeln und gelber Rübe kam es trotz mehrwöchiger Kultivierung zur Ascusbildung. Die fraglichen Gebilde waren aber auch weder fettartiger Natur, noch bestanden sie aus Glycogen, da alle in dieser

Richtung angestellten Reaktionen ein negatives Resultat ergaben. Dagegen trat bei Behandlung mit Glycerin, 10% salpetersaurer Kalilösung, Zuckerlösung (Syrup. simpl.) sofort Plasmolyse ein, wobei die stark lichtbrechenden Inhaltskörper verschwanden. Dieselben stellen demnach Vacuolen mit stark lichtbrechendem Inhalt vor. Ich habe dann später eine ganze Reihe verschiedenprozentiger Zuckerlösungen zur Einwirkung gebracht und gefunden, daß erst eine 25 bis 30% Lösung plasmolysierend wirkt, woraus hervorgeht, daß der Inhalt der Vacuolen eine sehr hochprozentige Lösung darstellt. Diese Vacuolenbildung ist noch dadurch interessant, daß sie sich stets nach beendeter Vermehrung einstellt. Bringt man nämlich alte vacuolisierte Zellen auf neues Nährsubstrat, so beginnen die Zellen alsbald zu knospen, die Vacuolen verschwinden dann allmählich, der Zellinhalt wird mehr weniger hyalin und unterscheiden sich dann die Zellen nicht wesentlich von den Tochterzellen, deren Protoplasma noch gar keine Granulation aufweist. Die Knospung geht weiter, aus den Tochterzellen entstehen weitere Zellen, nach einigen Tagen hört aber die Bildung neuer Zellen auf, das Protoplasma fast aller Zellen zeigt die Tendenz zu granulieren, die scheinbaren Granula vergrößern sich und werden zu Vacuolen. Ich habe mir die Mühe genommen, diesen Gang der Entwicklung von Tag zu Tag zu beobachten.

Am 6. Jänner wurde die Kultur frisch abgeimpft, am 7., 8., 9. Jänner befanden sich alle Zellen in kräftiger Knospung, an diesem Tage war die Oberfläche des Agars völlig von den Zellen bedeckt, am 10. Jänner erschien das Protoplasma schon in vielen Zellen nicht mehr hyalin und gleichmäßig zusammengesetzt, sondern durch kleine Inhaltskörper granuliert, am 11. und 12. Jänner war fast keine Zelle mehr in Knospung begriffen, sämtliche Zellen zeigten die feine Granulierung, am 13. Jänner, also nach sieben Tagen begannen sich deutliche, stark lichtbrechende Vacuolen zu bilden. Die Zahl der Vacuolen ist hierbei in den einzelnen Zellen nicht gleich. Manche Zellen enthalten zwei bis drei größere, andere Zellen wieder mehrere kleinere Vacuolen, auch ergaben sich Unterschiede in der Größe der Vacuolen. In diesem Entwicklungszustand

halten die Zellen monatelang aus, ohne daß Vermehrung eintritt, ohne daß sie aber auch zugrunde gehen. Auf neues Nährsubstrat gebracht, beginnen dann nach einiger Zeit fast sämtliche Zellen wieder auszuknospen, es ist also kaum eine während der langen Ruheperiode zugrunde gegangen. Diese Vacuolenbildung scheint eine Art Dauerstadium vorzustellen, bei welchem in den Vacuolen vielleicht Kohlehydrate wie Glucose oder durch Polymerisation aus dieser entstandene Körper wie Dextran aufgespeichert werden. Dafür spricht wenigstens einigermaßen das außerordentlich starke Lichtbrechungsvermögen des Vacuoleninhaltes. Auf Nährbouillon, Hefewasser, Heudekokt, 2% Glucosewasser (hergestellt aus Leitungswasser, dem 0·02% saures Kaliumphosphat zugesetzt wurde) bildet der Sproßpilz zarte Häute, welche zumeist aus zierlichen Sproßverbänden von 4 bis 5 Zellen bestehen. Auch auf Bierwürze kommt es, aber nur hie und da zu einer solchen sehr schwachen Hautbildung, die Würze wird hiebei nur langsam zersetzt, es tritt nach und nach Trübung ein, zu eigentlichen Gärungserscheinungen kommt es jedoch nicht. In 2% Glucosewasser wurde die Vermehrungsfähigkeit des Pilzes festgestellt. Es wurden zu diesem Zwecke pro Kubikzentimeter dieser Lösung 200 Zellen ausgesäet. Nach 14 Tagen hatten sich dieselben auf 72,000.000 Zellen vermehrt. Die Vermehrungsfähigkeit beträgt demnach in diesem Nährsubstrate 360.000. Ähnliche Zahlen erhielt ich auch, als ich bei der Kultivierung nur reinen Luftstickstoff zur Kultur treten ließ. Dies gelang jedoch nur zu Anfang der Versuche, als die Hefe erst kurze Zeit auf künstlichen Nährböden gezüchtet wurde, später nahm das Vermehrungsvermögen wie auch die Stickstoffassimilation allmählich ab und werde ich später noch Gelegenheit haben, ausführlicher auf diese Degenerierung und ihre wahrscheinlichen Ursachen einzugehen. Ähnliche Beobachtungen haben ja auch Koch und andere bei *Azotobacter*-Kulturen gemacht.

B. Stickstoffbindung.

Da das Nährsubstrat nur sehr geringe Stickstoffmengen enthält, war anzunehmen, daß der Pilz bei seiner verhältnis-

mäßig hohen Vermehrungsfähigkeit zur Deckung seines Stickstoffbedarfes den Luftstickstoff heranzuziehen vermag.

Orientierende Versuche, die mit kleineren Flüssigkeitsmengen unter Ausschluß der in der Luft vorhandenen Stickstoffverbindungen vorgenommen wurden, ließen diese Annahme als gerechtfertigt erscheinen, so daß ich mich entschloß, die Versuche in größerem Maßstabe anzustellen und quantitativ auszuführen. Zu diesem Zwecke wurden größere, 1 *l* fassende Ehrlenmeyer- oder Rund-Kolben mit 300 cm^3 Glucosewasser beschickt. Die Kolben verschloß ein doppeltdurchlochter Kautschukstöpsel, durch dessen eines Bohrloch eine rechtwinkelige Röhre bis zum Boden des Gefäßes reichte, deren freies Ende mit einem Wattefilter verbunden war, während das andere Bohrloch ein kürzeres rechtwinklig abgebogenes Rohr aufnahm, das beim Versuche selbst mit einem Aspirator verbunden wurde. Die zutretende Luft wurde durch mehrere Absorptionsgefäße geleitet, die hintereinander Wasser, Natronlauge und Schwefelsäure enthielten, um einerseits die in der Luft vorhandenen Ammoniumverbindungen, wie kohlensaures Ammon, salpetrigsaures Ammon, salpetersaures Ammon zurückzuhalten, andrerseits auch das freie Ammoniak zu binden. Der Inhalt der Kolben wurde, nachdem er entsprechend sterilisiert worden war, mit je 200 Zellen pro Kubikzentimeter besäet und hierauf die Kolben mit dem Absorptionsapparat verbunden. Es wurde nun während je 2 Stunden 14 Tage lang mittels Aspirator kräftig Luft durch die Kulturflüssigkeit geleitet und der Inhalt nach dieser Zeit der Stickstoffbestimmung zugeführt. Während dieser Kultivierung traten in den Ruhepausen schwache Hautbildungen auf, die dann zu Boden sanken und ein ziemlich festliegendes Depot bildeten. Anfänglich wurden die Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl ausgeführt, doch erschien mir diese Methode zu ungenau, so daß ich mich bei der weiteren Folge der Dumas'schen Methode bediente. Beim Durchlesen der einschlägigen Literatur fand ich oft die Kjeldahl'sche Methode ganz merkwürdig beschrieben. So wurde in manchen Arbeiten bei der Zersetzung der organischen Substanzen mittels Schwefelsäure nicht bis zur vollständigen Mineralisierung, beziehungsweise bis zum völligen Klarwerden der schwefel-

sauren Lösung erhitzt, sondern das Erhitzen viel früher sistiert, dann gleich Natronlauge aufgefüllt und das zur Abscheidung gebrachte Ammoniak abdestilliert. Dadurch entstehen aber große Fehler, respektive Verluste. Um die Kjeldahl'sche Stickstoffbestimmung einwandfrei durchzuführen, erscheint es unbedingt geboten, die Substanz mit Schwefelsäure völlig einzudampfen, dann zu verkohlen und die gebildete Kohle vollständig zu zersetzen, um sämtliche Stickstoffsubstanzen in schwefelsaures Ammon zu überführen. Die Dumas'sche fand ich kaum in einer Arbeit angewendet, obwohl sie die Kjeldahl'sche an Genauigkeit übertrifft und bei einiger Übung ebenso leicht wie diese durchzuführen ist. Bei den meisten Arbeiten ist dies ja auch begreiflich, da es sich hier um den Nachweis der Stickstoffbindung durch Bakterien handelt und es fast unmöglich ist, die Bakterien durch Filtration ohne Verlust von dem Nährsubstrat zu trennen und aus diesem Grunde der Gesamtstickstoff der Nährlösung bestimmt werden muß, was nur nach der Kjeldahlschen Methode möglich ist. Aber auch bei der Feststellung der Stickstoffassimilation durch Schimmelpilze, wo eine einwandfreie Filtration leichter möglich wäre, erscheint in fast allen Fällen die Kjeldahl'sche Methode angewendet. Ich konnte die Dumas'sche Methode bequem zur Untersuchung heranziehen, da es sich mir um den Stickstoffwert der gebildeten Hefezellen selbst handelte und ich die Zellen verhältnismäßig leicht durch Filtration vom Nährsubstrate trennen konnte. Die Stickstoffbestimmung nach Dumas wurde unter Benützung folgender kleiner Varianten ausgeführt:

Nachdem die Hefe in der bereits geschilderten Weise durch 14 Tage herangezüchtet worden war, wurde der Kolbeninhalt durch ein Asbeströhrchen, dessen Asbestschichte mehrere Millimeter hoch mit reinem Kupferoxyd überschichtet wurde, filtriert. Die Filtration ging unter Benützung des Vakuums zwar etwas langsam vor sich, doch war sie in den meisten Fällen zufriedenstellend, da nur eine geringe Anzahl von Zellen, wie ich mittels der Thoma'schen Kammer feststellte, das Filter passierte und für die Genauigkeit der Stickstoffbestimmung nicht weiter in Frage kam. Später vereinfachte und verkürzte ich die Filtration dadurch, daß ich die über dem

Bodensatz stehende Flüssigkeit, die nur eine geringe Anzahl von Zellen enthielt, abgoß und von ihr das Volumen und die Zellenanzahl bestimmte. Da ich andrerseits die Zellenmenge und das Volumen des für die Stickstoffanalyse bestimmten Rückstandes feststellte, bedurfte es nur einer sehr einfachen Rechnung, um den Stickstoffgehalt dieser abgegossenen Zellen zu eruieren, den ich dann zum gefundenen, der Bodensatzhefe entsprechenden addierte. Die Stickstoffbestimmung wurde auf diese Weise auch quantitativ einwandfrei durchgeführt. Der Bodensatz wurde in genau derselben Weise, wie früher beschrieben, filtriert, hierauf kurz mit Wasser nachgewaschen, dann bei 95 bis 100° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und samt dem im Filterröhrchen befindlichen Kupferoxyd und Asbestpfropfen in ein Verbrennungsschiffchen gebracht. Hier wurden die getrockneten Hefezellen mit einer weiteren Menge von CuO gründlich vermischt, beziehungsweise bedeckt, und dann das Schiffchen in das Rohr eingeführt, sobald sich dessen vorderer Teil in kräftiger Rotglühhitze befand. Das Rohr war in üblicher Weise mit gekörntem und gepulvertem Kupferoxyd gefüllt und enthielt im vordersten Teile einen vor jeder Operation durch Methylalkohol frisch reduzierten Kupferstöpfel, um etwa gebildete Stickoxyde zu Stickstoff zu reduzieren.

Zum Auffangen des gebildeten Stickstoffes wurde ein Schiff'scher Azotometer benützt. Die bei der Verbrennung notwendige Kohlensäure wurde in einem Kipp'schen Apparat entwickelt, wobei die zur Erzeugung des CO_2-Gases verwendete Säure (HCl) vor dem Füllen zur Austreibung der gelösten Luft eine halbe Stunde lang erhitzt, sowie auch der verwendete Marmor zu gleichem Zwecke mehrere Stunden lang zuvor mit Wasser ausgekocht wurde.

Blinde Versuche, die genau in der geschilderten Weise ausgeführt wurden, ergaben im Azotometer eine durchschnittliche von KOH nicht absorbierbare Gasmenge von 0·4 cm^3, welche bei den eigentlichen Verbrennungen jedesmal in Abzug gebracht wurde. An dieser Zahl änderte auch ein vorhergehendes gründliches Evacuieren des Verbrennungsrohres nichts.

Wie ich schon weiter oben angedeutet habe, zeigt die Hefe eine allmähliche Abnahme sowohl was ihre Vermehrungs-

fähigkeit als auch was ihre Stickstoffbindung anlangt. Ähnliche Erfahrungen sind ja auch bei anderen oligonitrophilen Organismen, wie schon erwähnt, gemacht worden; als Ursache ist in diesem Falle speziell die ungewohnte Lebensweise auf den künstlichen, dem Pilze wahrscheinlich wenig zusagenden Nährböden anzusehen, die sich in ihrer Zusammensetzung wesentlich von seiner natürlichen Nahrung unterscheiden, wie aus seinem starken Auftreten auf Lorbeerblättern hervorgeht.

Nichtsdestoweniger war die Stickstoffassimilation auch nach mehrmonatiger Züchtung noch entsprechend und will ich die Resultate dieser Periode genauer ins Auge fassen, da sie in mehreren Analysen große Übereinstimmung aufweisen und kleine Fehler, die bei früheren Analysen gemacht wurden, nicht mehr enthielten.

Das Gewicht des im Azotometer gefundenen Stickstoffvolumens wurde nach folgender Formel bestimmt:

$$G = \frac{V(h-w)}{760(1+0\cdot00367t)} \cdot 0\cdot001256,$$

in welcher G das Gewicht, V das beobachtete Volumen in Kubikzentimeter, h die Barometerhöhe und w die Spannung des Wasserdampfes bei der Temperatur t bedeuten.

Die Zahl 0·0012562 ist das Gesamtgewicht von 1 cm^3 Stickstoff bei 0° und 760 mm Barometerstand.

Erste Analyse.

In 300 cm^3 Kulturflüssigkeit gebildete Hefe enthielt nach 18 Tagen 2·2 cm^3 N bei 738·8 mm Druck und 19° C., also abzüglich der auch bei blinden Versuchen entstandenen 0·4 cm^3 = 1·8 cm^3 N. Diese Stickstoffmenge, umgerechnet auf 1 l Kulturflüssigkeit und laut obiger Gleichung ausgedrückt in Milligrammen N, ergibt für die pro 1 l Zuckerlösung entstandene, aus zirka 10.460 Millionen Zellen bestehende Hefemenge = 6·5 mg N.

Zweite Analyse.

In 300 cm^3 Kulturflüssigkeit gebildete Hefe enthielt nach 14 Tagen abzüglich 0·4 cm^3 1·4 cm^3 N bei 735·3 mm Druck

und 19° Temperatur. Es entspricht dies einem Stickstoffgehalt der in 1 *l* Kulturflüssigkeit gewachsenen Hefemenge = zirka 8000 Millionen Zellen von 5·1 *mg* Stickstoff. Es enthält demnach die bei diesen Zuchten entstandene Hefe —1 *g* Hefe bei der Kleinheit der Zellen zu zirka 8000 Millionen Zellen gerechnet — zirka 0·5 bis 0·6% Stickstoff. (Bei gewöhnlicher normaler Bier- oder Preßhefe sowie bei den fast gleich großen Sporen des Hausschwammes rechnet man 4000 bis 5000 Millionen Zellen pro Kubikzentimeter.)

Es ist dies ein verhältnismäßig sehr geringer Stickstoffgehalt, der wesentlich von dem normal ernährter Bier- oder Preßhefe abweicht. Wenn man aber die Bedingungen berücksichtigt, unter welchen die Stickstoffassimilation erfolgt und auf die ich gleich weiter unten näher eingehen werde, so erscheinen diese Zahlen nicht ganz unbegreiflich. Aber nicht allein der Stickstoffgehalt der in Glucoselösung gewachsenen Hefezellen sondern auch der an der Oberfläche von Glucoseagar entstandenen Zellen ist verhältnismäßig niedrig, jedenfalls niedriger als der von gewöhnlicher Bierhefe, wie aus folgender Analyse hervorgeht.

Dritte Analyse.

Gewicht der bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Hefe = 79·5 *mg*; gefundener N-Gehalt nach Abzug von 0·4 cm^3 Versuchsfehler = 2·2 cm^3 bei 747 Druck und 20° C., daher N-Menge in Prozent = **3·1**%. Dieser Zahl gegenüber enthielten verschiedene an der Münchner wissenschaftlichen Station untersuchte Bierhefen 6 bis 9% N, wobei zu bemerken ist, daß der Stickstoffgehalt während der Gärung allmählich abnimmt. Es ist dies auch begreiflich, da zu Anfang der Gärung der Hefe leicht assimilierbare Stickstoffsubstanzen in größerem Maße zur Verfügung stehen als am Schlusse derselben. Die zuerst gebildeten Zellen werden größere Stickstoffmengen enthalten als die Epigonen derselben, die sich erst am Schlusse der Gärung gebildet haben oder allgemein ausgedrückt, die Hefe wird nicht immer dieselbe Zusammensetzung besitzen, sondern sie wird je nach den Verhältnissen, unter welchen sie wächst, besonders nach der Art ihrer Ernährung sowie nach der Art

der Hefe im Stickstoffgehalte schwanken (105). Boullanger (106) fand weiters in Bierhefen unter verschiedenen Ernährungsbedingungen 5 bis 9% N.

Für Preßhefe sind Unterschiede von 3·9 bis 10% N (106), also noch größere Differenzen im N-Gehalt als bei Bierhefen gefunden worden. Auch ich habe im Laufe der Arbeit eine Preßhefe, deren mikroskopische Untersuchung keine nennenswerten Mengen von Fremdorganismen und Stärkekörnern ergab, auf ihren N-Gehalt untersucht und denselben zu 5·2% gefunden, wie aus folgender Analyse ersichtlich ist.

Vierte Analyse.

Gewicht der Hefetrockensubstanz 127 *mg*. Volumen des N-Gases 6·4 cm^3 bei Barometerstand 740·9 und 18° C.

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, sind die Schwankungen im Stickstoffgehalt schon bei normal ernährter Hefe, die über leicht assimilierbare N-Nahrung verfügt, ziemlich bedeutende, es dürfte demnach umso begreiflicher erscheinen, daß bei ganz abnormaler Ernährung noch größere Schwankungen vorkommen und der N-Gehalt auf ein Minimum herabsinkt. Auf Agar ist der N-Gehalt der untersuchten Hefe verhältnismäßig ein ziemlich hoher und erreicht mit seinen 3·1% N beinahe die niedersten Werte von Preßhefe mit 3·9%. Hier waren die Kulturbedingungen für die Hefe besonders günstige, denn die Hefe wuchs nur an der Oberfläche des Nährsubstrates und konnte den Luftstickstoff in vollem Maße bei Deckung ihres N-Bedarfes ausnützen. In den Zuckerlösungen dagegen waren die Bedingungen, unter welchen N aufgenommen werden konnte, äußerst ungünstige. Die Stickstofflöslichkeit in Wasser und wahrscheinlich auch in Glucoselösung ist ja eine außerordentlich geringe (1 Volumen Wasser löst bei 760 *mm* Druck und 15° C. 0·01682 Volumen N). Die Hauptmenge der Zellen ist auf diese verhältnismäßig geringe N-Menge bei dem Aufbau ihres Körpereiweißes angewiesen, da die meisten Zellen am Boden des Gefäßes zur Entwicklung kommen und nur eine geringe Anzahl von Zellen sich an der Oberfläche der Flüssigkeit entwickelt. Dazu kommt noch die Unbeweglichkeit der Hefe, die Zellen vermögen nicht wie *Clostridium pastorianum* oder *Azotobacter*

ihre Lage zu verändern und sich so den Stickstoff in den oberen Schichten der Nährlösung nutzbar zu machen, sondern sie sind tatsächlich auf die nur sehr geringen N-Mengen angewiesen, die sich am Boden der Kulturflüssigkeiten vorfinden. Daß die Hefe tatsächlich den Luftstickstoff zu assimilieren vermag, geht weiters noch aus folgenden drei Parallelversuchen hervor, bei welchen eine Züchtung der Hefe in der gleichen Nährlösung (Glucosewasser) und bei gleicher Zellenaussaat (200 Zellen pro Kubikzentimeter) einmal unter Durchleiten filtrierter Luft, ein zweites Mal unter Durchleiten von reinem Sauerstoff, ein drittes Mal unter Durchleiten eines Gemisches von Sauerstoff und Kohlensäure in dem Verhältnis 1:4 versucht wurde. Während im ersten Falle die Hefezahl pro 300 cm^3 Kulturflüssigkeit auf 3100 Millionen Zellen gestiegen war, hatten sich im zweiten Falle nur 180,000.000 Zellen entwickelt und im dritten Falle war ein Wachstum oder eine Vermehrung der Hefe überhaupt ganz ausgeblieben. Man ersieht hieraus, daß sich die weitaus größte Zahl der Hefezellen, zirka 94%, auf Kosten des Stickstoffes der Luft entwickelt hatte, während, wie aus dem zweiten Versuch hervorgeht, nur eine sehr geringe Menge von Hefezellen, etwa 6% auf Kosten der geringen Mengen gelöster N-Substanzen entstanden war. Im dritten Falle war ein Wachstum der Hefe überhaupt ganz ausgeblieben, da ihr die stark mit CO_2 gesättigte Zuckerlösung ohne nennenswerte Stickstoffnahrung nicht zusagte.

Es war nun noch weiter interessant zu wissen, wie sich die N-Assimilation zur verbrauchten Zuckermenge verhielt. Zu diesem Zwecke wurden in der ursprünglichen Zuckerlösung wie in den von der Hefe zersetzten Glucoselösungen Zuckerbestimmungen, und zwar nach Allihn ausgeführt. Man verfährt hiebei in der Weise, daß in einer mit einem Deckel verschließbaren Porzellanschale ein Gemenge von 30 cm^3 Kupfersulfatlösung (69·278 g $CuSO_4$ in 1 l Wasser), 30 cm^3 Seignettesalzlösung (346 g Seignettesalz und 250 g KOH zu 1000 cm^3 gelöst) und 60 cm^3 Wasser zum Sieden erhitzt und 25 cm^3 der genau fünffach verdünnten und filtrierten Zuckerlösungen dazugegeben werden. Nachdem die Flüssigkeit 2 Minuten lang bei geschlossenem Deckel im Sieden erhalten

wurde, wird sie sogleich möglichst rasch durch ein Asbeströhrchen filtriert, der Kupferniederschlag zuerst sehr gut mit Wasser, später mit Alkohol und Äther gewaschen. Nach gründlicher Trocknung im Trockenkasten werden die Röhrchen unter Durchleiten von reinem Wasserstoff erhitzt, hierdurch der Niederschlag vollständig reduziert und nach entsprechender Abkühlung in der Wasserstoffatmosphäre als metallisches Kupfer gewogen.

Analysen.

1. Ursprüngliche Zuckerlösung.

25 cm^3 der fünffach verdünnten Zuckerlösung ergaben 154·6 *mg* Cu, daher waren in 1000 cm^3 der ursprünglichen Zuckerlösung 18·92 *g* Glucose vorhanden. Diese Zahl weicht um etwas mehr als 1 *g* von der zur Lösung verwendeten Glucosemenge ab, indem ursprünglich 2% Lösungen hergestellt wurden, doch läßt sich die Differenz dahin erklären, daß während des Sterilisierens sich eine geringe Menge eines unlöslichen Kalksaccharates ausgeschieden hatte, die gleich nach der Auscheidung durch Filtration entfernt wurde.

2. Zuckerlösung von Versuch 1 (siehe oben).

25 cm^3 der fünffach verdünnten Zuckerlösung ergaben 132·9 *mg* Cu, daher in 1000 cm^3 der Kulturlösung selbst 16·22 *g* Glucose, also Zuckerabnahme 2·7 *g* Glucose, welche durch die Hefe aufgezehrt wurden.

Setzt man diese Zuckermenge mit dem aufgenommenen N in Relation, so ergibt sich das Verhältnis 2·7 *g* verbrauchte Glucose zu 6·5 *mg* N oder 1 *g* Glucose zu 2·4 *mg* N.

3. Zuckerlösung von Versuch 2.

25 cm^3 der fünffach verdünnten Zuckerlösung ergaben 136·7 *mg* Cu, daher in 1000 cm^3 der Kulturflüssigkeit selbst 16·73 *g* Glucose, also Zuckerabnahme 2·19 *g* Glucose. In diesem Falle verhielt sich das Verhältnis von Zucker zum aufgenommenen Stickstoff wie 2·19 *g* Glucose : 5·1 *mg* N oder 1 *g* Zucker : 2·3 *mg* N. In beiden Analysen ist also das Verhältnis zwischen Zucker und Stickstoff sehr ähnlich und kommt

auch der Relation nahe, in welcher diese beiden Faktoren bei Azotobakter hie und da zueinander stehen. Wie aus der verhältnismäßig geringen Zuckermenge weiters hervorgeht, die während des Versuches von dem Pilze assimiliert wurde, gehört derselbe zu den schwach vergärenden Hefen. Von deutlichen Gärerscheinungen mit Bildung von Gas konnte überhaupt nichts gesehen werden, und zwar nicht allein in der Glucoselösung, sondern auch bei der Kultivierung der Hefe in Würze. Es traten auch hier wohl sehr bald Trübungen auf, die nach einigen Tagen ein gewisses Maximum erreichten, doch kam es nicht zur Bildung eines kräftigen Depots, wie es bei normalen Gärungshefen beobachtet wird, und deutliche Gärerscheinungen blieben ganz aus. In dieser Richtung sowie auch in anderen hat die Hefe große Ähnlichkeit mit gewissen *Torula*-Arten. Es sind dies Pilze, die keine Endosporen bilden und keine typische Schimmelvegetation entwickeln. Sie zählen in bezug auf Alkoholproduktion zu den schwach vergärenden Hefen, die zumeist keine deutlichen Gärerscheinungen erkennen lassen und, einzelne ausgenommen, bis höchstem 1% Alkohol bilden. Die meisten *Torula*-Arten besitzen zwar eine mehr weniger kugelige Gestalt, doch sind einzelne auch, als länglich gestaltet, beschrieben worden. Hansen und andere haben verschiedene *Torulaceen* in Erde, in Blüten, auf feuchten Getreidefrüchten, auf Blättern, in großer Menge auch in der Haarkleidung von überwinterten Bienen und Wespen, sowie in deren Wohnungen gefunden. Die ganze Gruppe ist vorläufig noch nicht weiter charakterisiert und nehme ich daher keinen Anstand, die neue Hefe zu den *Torulaceen* zu rechnen, da sie noch am besten in diese Gruppe der Fungi imperfecti paßt.

Um meiner großen Verehrung für Herrn Hofrat Wiesner Ausdruck zu verleihen, auf dessen Vorschlag und Anraten hin die Untersuchung des Laublattfalles in biologisch-mykologischer Richtung vorgenommen wurde und die zur Entdeckung dieser Hefe führte, nenne ich sie daher *Torula Wiesneri*.

Im Anschluß an das Gesagte sei noch mitgeteilt, daß ich im Verlauf der Arbeit auch noch andere Hefen auf nahezu stickstofffreiem Glucoseagar zu züchten versuchte, um ihre Fähigkeit, auf diesem Nährboden zu wachsen, kennen zu

lernen. In folgendem habe ich die diesbezüglichen Resultate zusammengestellt:

Es wuchsen kräftig: *Willia anomala, Willia saturnus,* ziemlich kräftig: *Mycoderma cerevisiae, Mycoderma rubra, Pichia farinosa.* Es sind dies sämtlich Hefen, welche auf Flüssigkeiten kurz nach der Einsaat Häute bilden, als sehr luftliebend bekannt sind und unter dem Namen Kahmhefen vereinigt werden. Schon schwächer gediehen *Torula alba, Saccharomyces* Frohberg, *Saccharomycodes Ludwigii,* gar nicht *Saccharomyces termantitonus, Saccharomyces pastorianus, Saccharomycopsis capsularis* und endlich die *Apiculatus*-Hefe.

Von zwei der genannten Kahmhefen, und zwar von *Willia anomala, Willia saturnus* ist aus einer Arbeit Hermann's, die jedoch noch nicht publiziert wurde, erwiesen, daß auch sie in Glucosewasser sehr üppig gedeihen und in dieser nahezu stickstofffreien Nährlösung sehr kräftige Häute bilden.

Zusammenfassung.

Unterzieht man vorliegende Arbeit einer kurzen Perlustration, so geht aus ihr hervor, daß neben anderen oligonitrophilen Organismen, wie vorzüglich Bakteriaceen, auch vereinzelte auf Blättern vorkommende Blastomyceten oder Sproßpilze befähigt sind, den Luftstickstoff zu assimilieren und dadurch zur Stickstoffanreicherung im Boden nach dem Laubblattfall beizutragen vermögen. Die untersuchte Hefe hat zwar kein besonders hohes Stickstoffbindungsvermögen, jedoch vermag sie immerhin in stickstofffreien Glucoselösungen pro Gramm aufgenommenen Zuckers zirka 2·3 bis 2·4 *mg* Stickstoff zu assimilieren. Auf der Oberfläche von stickstofffreiem Glucoseagar gezüchtet, erreicht ihr durchschnittlicher Stickstoffgehalt 3·1% und kommt dem normal ernährter Preßhefe am Schlusse einer Gärung mit 3·9% ziemlich nahe.

Die untersuchte Hefe ist als Fungus imperfectus anzusprechen, da derselben die Fähigkeit, Asci zu

bilden, so weit es eben die Versuche überblicken ließen, fehlt. Sie findet vorläufig ihre Zuteilung bei den Torulaceen und wurde *Torula Wiesneri* genannt.

Literaturverzeichnis.

1. Hellriegel, Über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen, 1888.
2. Winogradsky, Comptes rendus de l'Académie, 1893.
3. Kühn, Frühling's Landwirtschaftliche Zeitung, 1901, siehe auch Lafar.
4. Henry, Journal d'agriculture pratique, 1897, II, p. 411.
5. Montemartini, Stationi agrari sperimentali, XXXVIII, p. 1060 bis 1065.
6. Süchting, Amtsblatt der Landwirtschaftskammer für Kassel, 1905.
7. Berthelot, Chimie végétale et agricole, Tome I, 1899.
8. Deherain, Annal. agronom., 1896, Bd. 21, 353, siehe auch Lafar.
9. Tacke, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1889, Bd. 18, p. 453, siehe auch Lafar.
10. Winogradsky, Comptes rendus de l'Académie, 1893, Bd. 116, p. 1385; ebenda, 1894, Bd. 118, p. 353; Archives des Sciences biol., publ. par l'Institut imp. de méd. exp. à St. Pétersbourg, 1895, Bd. 3, p. 297; — Zentralbl. für Bakt. 2. Abt., 1902, Bd. 9, p. 43, siehe auch Lafar.
11. Beijerinck, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, p. 561.
12. Beijerinck und van Delden, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, p. 3.
13. Koch, Verhandlungen der Gesellschaft der Naturforscher und Ärzte, 1902, allg. Teil.
14. Gerlach und Vogel, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, p. 817.
15. Freudenreich v., Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, 514.

16*a*. Löhnis, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XIV, p. 582, 713.
16*b*. Löhnis und Westermann, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XXII, p. 234.
17. Lipmann, New-Yersey State agricultural station, 1904.
18. Perotti, Annal. di botanica, 1906, p. 213 bis 217.
19. Pillai, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XIX, p. 87 bis 96.
20. Kruyff de, Bull. du Dép. d'agriculture aux Indes néerland., Nr. IV, 1906, p. 9.
21. Kaserer, Zeitschr. für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1907, p. 37.
22. Löhnis und Pillai, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., Bd. XX, p. 799.
23. Volpino, Estratto dalla Rivista d'igiene e sanità publica, XVI, 1905.
24. Jacobitz, Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten, XLV, p. 97.
25. Benecke und Keutner, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, XXI, p. 333.
26. Keutner, Wissenschaftliche Meeresuntersuchung, Abt. Kiel, Bd. XVIII.
27. Keding, Wissenschaftliche Meeresuntersuchung, Abt. Kiel, neue Folge, Bd. IX.
28. Pringsheim, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVI, p. 795.
29. Pringsheim, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XX, p. 248.
30*a*. Haselhoff und Bredemann, Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. XXXV, 1906, p. 381.
30*b*. Bredemann, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XXII, p. 44.
31. Reinke, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 1903, Bd. 21, p. 371.
32. Gerlach und Vogel, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, p. 817.
33. Gautier und Drouin, Comptes rendus de l'Académie, 1892, Bd. 114, p. 19.
34. Löw-Bredig, Anorganische Fermente, 1901, Leipzig, Engelmann, siehe auch Lafar.
35. Schneider, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVIII, p. 321.
36. Wilfarth und Wimmer, Landwirtschaftliche Versuchsstation, Bd. LXVII, 1907.

37. Fischer, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., Bd. XIV, p. 33, und daselbst, Bd. XV, p. 235.
38. Krzemieniewski, Severin und Helene, Krakauer Akademie der Wissenschaften, 1906, Nr. 7, p. 560 bis 577.
39. Remy, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVIII, p. 315.
40. Koch, Litzendorf, Krall und Alvez, Journal für Landwirtschaft, Bd. LV, p. 355.
41. Krainsky, Ref. Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XX, p. 725.
42. Stocklasa, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, XXIV, 1906, p. 22 bis 32.
43. Krzemieniewski, Krakauer Akademie der Wissenschaften, 1907, p. 646.
44. Stocklasa, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XXI, p. 484 und 620.
45 Berthelot, Chimie végétale, Tome I, 1899.
46. Puriewitsch, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1895, Bd. 13, p. 339.
47. Saida, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1901, Bd. 19, p. 107.
48. Koch, siehe Lafar, Kreislauf des N, p. 12.
49. Heinze, Landwirtschaftliche Jahrbücher, XXXV, p. 889.
50. Ternetz, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. XLIV, Heft 3.
51. Fröhlich, Pringsheim's Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, XLV, 1907, p. 256.
52. Frank, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1888, p. 421.
53. Schlösing und Laurent, Comptes rendus de l'Académie, 1891, Bd. 113 und 1892, Bd. 115.
54. Kossowitsch, Bot. Zeitg., 1894, Bd. 52, p. 97.
55. Fischer Hugo, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XII, p. 267.
56. Heinze, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVI, p. 640, 703.
57. Krüger und Schneidewind, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1900, Bd. 29, p. 771.
58. Siehe sub Nr. 25 dieses Literaturnachweises.
59. Liebscher, Journal für Landwirtschaft, 1893, Bd. 41, p. 319.
60. Petermann, Koch's Jahrbuch, Bd. 3, p. 206.

61. Atwater und Woods, Am. Chem. Journal, 1890, Vol. 12, p. 526.
62. Petermann, Recherches de chimie et physiolog. appliquées à l'agriculture, Paris 1895.
63. Stocklasa, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1895, p. 6.
64. Jamieson, Agricultural Association Aberdeen, 1905.
65. Boussingault, Agronomie, chimie, agriculture, 1860, Bd. I.
66. Hellriegel, Zeitschr. des Vereines für Zuckerindustrie des Deutschen Reiches, 1886, p. 863.
Wilfarth, Koch's Jahrbuch 1890, Bd. 1, p. 131.
Hellriegel und Wilfarth, Beiheft des Vereines für Rübenzuckerindustrie, 1888, Nov.
67. Malpighi Opera omnia, Leiden 1867, II, p. 126.
68. Woronin, Mémoires de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg, 1866.
69. Beijerinck, Bot. Zeitg., 1888, Bd. 46, p. 725.
70. Frank, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1890, Bd. 19, p. 544.
71. Hiltner und Hotter, Landwirtschaftl. Versuchsstation, 1894, Bd. 45, p. 1, siehe auch Lafar.
72. Nobbe und Hiltner, Landwirtschaftl. Versuchsstation, 1894, Bd. 45, p. 155, siehe auch Lafar.
73. Kirchner, Beitrag zur Biologie der Pflanzen, 1895, Bd. 7, p. 213.
74. Hiltner und Stöhrmer, Arbeiten aus der biolog. Abt. des k. Gesundheitsamtes, 1903, Bd. 3, p. 151.
75. Mazé, Annales Pasteur, 1896, Bd. 10, p. 287.
76. Hiltner, Forstliche naturwiss. Zeitschrift, 1898.
77. Siehe Nr. 74.
78. Gerlach und Vogel, Zentralbl., 2. Abt., XX, p. 70, 1908.
79. Rodella, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVIII, p. 459.
80. Gino de Rossi, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., XVIII, p. 482.
81. Brunchorst, Unters. aus dem bot. Inst. Tübingen, Dissert., 1886, p. 151.
82. Beijerinck, Bot. Zeitg., 1888, Bd. 46, p. 725.
83. Hiltner, Arbeiten aus der biolog. Abt. des k. Gesundheitsamtes, 1900, Bd. 1, p. 177.
84. Woronin, siehe 68.

85. Möller, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 1885 und 1892.
86. Brunchorst, siehe 81.
87. Frank, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 1891, Bd. 9, p. 244.
88. Hiltner, Landwirtschaftl. Versuchsstation, 1895, Bd. 46, p. 153.
89. Shibata, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, 1902, Bd. 37, p. 643.
90*a*. Bjorkenheim, Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten, 1904, p. 129 bis 133.
90*b*. Zach, F. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVII, 1908.
91. Siehe 81.
92. Wahrlich, Inaug. Dissert., Straßburg, 1886.
93. Reeß, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 1885, Bd. 3, p. 293.
94. Kamienski, Bot. Zeitg., 1881, Bd. 39, p. 457.
95. Frank, Bot. Zeitg., 1879, Bd. 37, p. 832.
96. Tubeuf, Forstlichnaturwiss. Zeitschrift, 1896, p. 43.
97. Schlicht, Inaug. Dissert., Erlangen, 1889.
98. Janse, Extrait des Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, 1896.
99. Stahl, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, 1900, Bd. 34, p. 539.
100. Nobbe und Hiltner, Landwirtschaftl. Versuchsstation, 1898, Bd. 51, p. 241.
101. P. E. Müller, Naturwiss. Zeitschr. für Land- und Forstwirte, 1903, Bd. 1, p. 289.
102. Möller, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XXIV, p. 230 bis 233.
103. Nestler, Diese Sitzungsberichte, Bd. CXIII. Abt. I., p. 529 bis 546.
104. Ternetz, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. XLIV, Heft 3.
105. Siehe »Stickstoffernährung der Hefe« von Pringsheim, Zentralbl. für Bakt., 2. Abt., Bd. XIX, p. 310.
106. F. Thausing, Die Malzbereitung und Bierfabrikation, p. 790.

Untersuchungen über die Aufnahme von stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die Wurzel von Phanerogamen bei Ausschluß der Kohlensäure

von

Dr. **Viktor Grafe.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

Die Aufnahme von Kohlenstoffverbindungen durch die Wurzeln phanerogamer Pflanzen, sowohl stickstofffreier als auch stickstoffhaltiger, ist heute eine durchaus erwiesene Tatsache. Die alte Humustheorie, welche von Liebig, Boussingault und anderen Forschern gestürzt worden war, enthielt zweifellos einige richtige Momente. Wenn auch die Kohlensäure der Luft als wichtigste Kohlenstoffquelle für den Aufbau der Pflanzensubstanz fungiert, war es gewiß zu viel behauptet, als man der organischen Substanz des Bodens als solcher jeden Nährwert für die höhere Pflanze absprechen wollte. Von neueren Beobachtungen über die Aufnahme organischer Substanz durch die Phanerogamenwurzel seien nur die von Acton,[1] Mazé,[2] Mazé und Perrier[3] und namentlich die von J. Laurent[4] genannt, welch letzterer sein Hauptgewicht auf die Fernhaltung jeder Bakterieninfektion legte. Bezüglich der Aufnahme von

[1] H. Acton, Proceed. Royal. Soc., London, Vol. XLVII, p. 150 (1890), zitiert nach F. Czapek, Biochemie der Pflanzen, I, p. 396.

[2] Mazé, Assimil. des hydrates de carbone et élaboration de l'azote organique dans les végétaux sup. Compte rend., T. 138 (1899).

[3] Mazé et Perrier, Compte rend., T. 139, p. 470 (1904).

[4] J. Laurent, Compte rend., T. 125, p. 887 (1897); T. 135, p. 870 (1902); Révue générale de bot., T. 16, p. 14 (1904).

organischen Stickstoffverbindungen haben namentlich Versuche von Lutz[1] und Nikitinsky[2] in bejahendem Sinne entschieden. In neuester Zeit hat sich besonders J. Lefèvre[3] mit dieser Frage beschäftigt und kam zu dem Schlusse, daß die Aufnahme organischer Substanz aus dem Boden mitunter als ein sehr beträchtlicher Faktor für die Entwicklung der höheren Pflanze in Betracht komme, ja, daß sie mit ihnen allein als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle einen großen Teil ihres Lebens, wenn nicht ihre vollkommene Entwicklung durchlaufen könne, also ohne jede Mitwirkung der Luftkohlensäure, in kohlensäurefreier Atmosphäre. Aber auch diese Synthese vollziehe sich nur im Lichte, sei eine Funktion des Chlorophylls. Das Vorkommen von Amiden in Keimpflanzen ist ein sehr häufiges. Asparagin, aber auch Leuzin, Tyrosin, Glykokoll, Oxamid, werden durch Abbau aus den Reserveproteiden der Samen gebildet und verschwinden, wenn man die Pflanzen ans Licht bringt, in dem Maße, als Eiweiß gebildet wird, dienen also wohl, wie im tierischen Stoffwechsel als Bausteine für die spezifischen Eiweißkörper der Pflanze.

Die Versuche Lefèvre's bezweckten nun die Lösung der Frage, ob die Pflanze auch bei vollständigem Mangel an Luftkohlensäure ihren ganzen Kohlenstoffbedarf aus diesen Bausteinen der Eiweißkörper, wenn sie ihrem Nährsubstrat hinzugefügt werden, zu entnehmen imstande ist und ihre Gewebe damit aufbauen kann. Zur Entscheidung dieser Frage mußte zunächst die richtige qualitative Auswahl und Bestimmung der nicht mehr toxisch wirkenden Menge vorhergehen; die Versuche führten zu einem Gemenge von

Tyrosin.....0·1 *g*
Glykokoll.....0·4
Alanin.....0·4
Oxamid.....0·1
Leuzin.....0·1

[1] Lutz, Annales science naturelle, T. VII, p. 1 (1899).

[2] J. Nikitinsky, Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXXVII, p. 365 (1902).

[3] J. Lefèvre, Sur le développement des plantes à chlorophylle, à l'abri du gaze carbonique de l'atmosphère, dans un sol amidé, à dose non toxique. Révue générale de botan., T. XVIII (1906).

Dieses Gemisch wurde in einen Nährboden eingetragen, welcher aus 500 *g* feinen Sandes und fein gehackten Mooses bestand und das Ganze mit 200 *cm*³ Detmer'scher Nährlösung gut durchgefeuchtet. Der Versuchsapparat besteht aus einer auf Glas aufgeschliffenen und luftdicht befestigten Glocke, in welche aus einem Gasometer sorgfältig von CO_2 befreiter Sauerstoff eingeleitet werden kann, wobei durch konzentrierte Barytlösung unter der Glocke für Absorption der Atmungskohlensäure und durch eine Bewässerungsvorrichtung für hinreichende Feuchtigkeit während der achtwöchentlichen Versuchszeit gesorgt wird. Die zum Versuch verwendete Kresse muß vorher eine dreiwöchentliche normale Entwicklung durchmachen, um für die folgenden abnormalen Kulturbedingungen kräftig genug zu sein. Dann vermag sie den Kohlensäureentzug mit Hilfe der Amide[1] völlig zu überdauern, wächst kräftig heran und vervielfacht ihr Trockengewicht, während die kohlensäurefrei ohne organische Substanz gezogenen Pflanzen sehr bald zugrunde gehen.

Pilzinfektion stellte sich nur in geringem Maßstabe ein, auf Fernhaltung von Bakterien wurde kein Gewicht gelegt, weil, wie Lefèvre ausführt, die gebotenen Amide bei Gärung und Fäulnis als letzte Produkte der Bakterientätigkeit auftreten, demnach kein Substrat ihres Stoffwechsels bilden können.

Bei Beginn dieser Arbeit, deren experimenteller Teil von Frau Edith Weiser unter meiner Leitung durchgeführt wurde, hatte ich die Absicht, die Lefèvre'schen Versuche zunächst in Kürze zu wiederholen und anknüpfend daran die einzelnen Amide auf ihren Nährwert zu prüfen. Es ergab sich aber bald die Notwendigkeit, einige Änderungen in der Versuchsanstellung vorzunehmen. Als Versuchspflanzen zog ich *Phaseolus vulgaris* den von Lefèvre verwendeten Pflanzen vor (Kresse), da deren größerer Reservestoffgehalt eine Vorentwicklungsperiode unnötig macht. Denn dadurch wird reichlich Gelegenheit zur Infektion gegeben und gerade das war es, was ich im Gegensatz zu Lefèvre tunlichst vermeiden wollte. Durch die Mitwirkung von Fremdorganismen, unter denen zweifellos auch solche sich

[1] Ich gebra uchedas kurze Wort »Amid« für das richtigere »Aminosäure«, wobei auch z. B. Oxamid, welches ja ein Säureamid ist, der Kürze halber unter diesem Namen einbezogen sein mag.

befinden, welche wie uns der häufig auftretende Ammoniakgeruch nach Abbrechen der Versuche lehrte, die gebotenen Amide abbauen, wird jede Genauigkeit sowohl in bezug auf die chemische Prüfung des Nährsubstrates unmöglich gemacht, durch welche wir uns über die Aufnahme der Amide durch die Pflanzenwurzel informieren wollten, ebenso wie die Entwicklung der Pflanze selbst darunter leidet, wenn, wie dies in unseren Versuchen nur zu häufig geschah, schon nach der zweiten Woche ein dicker Pilzbelag Oberfläche der Nährlösung und Wurzeln bedeckt, selbst wenn Glocken und alle verwendeten Kulturgefäße vorher einer gewissenhaften Reinigung mit Sublimat unterzogen worden waren. Darum mußte uns auch daran gelegen sein, unsere Resultate in kürzester Zeit zu erzielen; dazu gerade ist eine dreiwöchentliche Vorentwicklungsperiode der Versuchspflanzen ganz ungeeignet, denn während dieser Zeit ungestörter Assimilation können wohl genügend Reservestoffe gespeichert werden, um während der ersten Versuchstage eine genauere Kontrolle unmöglich zu machen. Zu diesem Zwecke entfernten wir auch bei einem Teil der Versuche die Kotyledonen gänzlich oder zum Teil, denn *Phascolus vulgaris* ist eine genügend widerstandsfähige Pflanze, um sich auch unter diesen Umständen nicht zu langsam zu entwickeln.

Ferner schien uns auch eine Änderung in bezug auf die Darbietung der Amide angebracht; das Moos, welches bei Lefèvre einen Teil des Kultursubstrates ausmacht, gibt CO_2 ab, wenn auch nach Lefèvre in geringen Mengen, das Nachgießen der Erde ist aus technischen Gründen unbequem und endlich können die Bakterien des Bodens, welche selbst das Erhitzen beim Sterilisieren überdauern, durch ihren Stoffwechsel eine Umwandlung der Amide in anorganische Stickstoffsubstanzen bewirken, die dann als solche der Pflanzenwurzel zur Nahrung dienen. Deshalb wurde statt der Erde die Nährlösung als Nährsubstrat gewählt, schon wegen der leichteren Dosierung der organischen Stickstoffsubstanzen, aber auch weil uns ein Parallelversuch mit Lefèvre'scher Erde lehrte, daß dort die Verpilzung viel leichter zu vermeiden ist und schließlich, weil die Nährlösung in bezug auf quantitative Bestimmung der zurückbleibenden Substanzen leichter zu handhaben ist.

Die lufttrocknen Samen wurden zunächst in einer 1‰ Sublimatlösung mit der Bürste gewaschen, dann in sterilisiertem destilliertem Wasser sorgfältig abgespült und in der mit Sublimat gründlich gewaschenen Hansen'schen Kammer auf Filtrierpapier keimen gelassen, das vorher im strömenden Dampf sterilisiert, steril in die Kammer gebracht und mit sterilisiertem Wasser befeuchtet worden war. Die Kulturgläser wurden im Dampftopf sterilisiert, mit Filtrierpapier umwickelt zur Kammer gebracht, von der Hülle befreit und rasch hineingeschoben. Drinnen wurden sie mit Organtin überspannt und mit der vorher bereiteten und sterilisierten organischen Lösung (die Amide waren ganz nach Lefèvre's Vorschrift in der entsprechenden Menge Knop'scher Flüssigkeit aufgelöst) beschickt. Dann wurden nach Entfernung der Testa, unter Umständen auch beider oder eines Teiles der Kotyledonen, die Bohnen durch die Maschen gesteckt und nun möglichst rasch in die mit Sublimat gewaschene, völlig adjustierte und neben die Kammer aufgestellte Glocke gebracht. Es braucht nicht gesagt zu werden, daß nach jeder Sublimatwaschung sorgfältig mit sterilisiertem Wasser nachgespült wurde. Durch die Glocke, die am Südfenster eines ziemlich gleichmäßig temperierten Versuchsraumes placiert war, konnte vermittels einer entsprechenden Vorrichtung kontinuierlich Luft gepreßt werden, welche zunächst, aus der Pumpe kommend, einen mit Schwefelsäure gefüllten Blasenzähler, dann ein umfangreiches mit Kalistücken und Natronkalk zur Befreiung von CO_2 gefülltes System passieren mußte, schließlich durch ein langes Rohr, auf den Boden der Glocke geleitet wurde. Die Glocke bot Raum zur Aufstellung von sieben Versuchsgläsern mit je zehn Pflanzen, die alle in einer großen Kristallisierschale standen, welche mit Barytwasser gefüllt war. In diese Barytlösung tauchte das Rohr, so daß die Luft die Flüssigkeit passieren mußte, um durch ein kurzes, im Halse der Glocke endigendes Rohr herausgeführt zu werden, wobei sie zur Kontrolle durch eine Woulff'sche Flasche strich, die mit Barytwasser gefüllt war. Der Tubus der Glocke war mit einem paraffinierten Kork, durch dessen Bohrungen jene beiden Röhren zogen, luftdicht verschlossen. Neben den Amidpflanzen wurden stets auch solche in normaler und stickstofffreier Nährlösung mit unter die Glocke gestellt und eine normale Kultur zum

Vergleich außerhalb der Glocke zur Entwicklung gebracht. Im folgenden ist ein Auszug aus dem Versuchsprotokoll gegeben:

Versuch vom 20. Juni bis 12. Juli.

Die Keimlinge werden ergrünt, bei beginnender Entfaltung der Primordialblätter in Kultur genommen.

Glas *A*:	normale Nährlösung,			Pflanzen mit beiden Kotyledonen	im kohlensäurefreien Raum.
» *B*:	»	»		» mit $^1/_2$ Kotyledo	
» *C*:	»	»		» ohne Kotyledo	
» *D*:	»	»	+5 Amiden	» mit beiden Kotyledonen	
» *E*:	»	»	+5 »	» mit $^1/_2$ Kotyledo	
» *F*:	»	»	+5 »	» ohne Kotyledo	

Außerdem normale Kulturen mit 2, $^1/_2$ und ohne Kotyledo in gewöhnlicher Luft.

Nach Abbruch des Versuches zeigte *A* intensiv grüne, dicke, durchschnittlich 11 *cm* lange Stengel, nur bei vier Pflanzen Blätter entfaltet, Hauptwurzel kurz, gelblich, reichliche weiße Nebenwurzeln, Kotyledonen, braun, meistens aufgebraucht, zwei Pflanzen zugrunde gegangen.

B: Stengel gelb, schlaff, Blätter kaum entfaltet, Hauptwurzel doppelt so lang wie bei *A*, weniger Nebenwurzeln.

C: Ohne Entwicklung zugrunde gegangen.

D: Stengel intensiv grün, stark, 10·6 *cm* hoch, Hauptwurzel braun, kurz, Nebenwurzeln kurz und dick, Kotyledonen aufgebraucht.

E: gelb, verwelkt, schlaff, Wurzeln braun, wenige Nebenwurzeln, Kotyledonen aufgebraucht.

F: Nicht entwickelt

Wir sehen also, daß die Pflanzen in CO_2 freier Luft sich im Verlaufe der drei Wochen nur auf Kosten ihrer Reservestoffe weiterentwickelt haben, dann aber zugrunde gehen. In normaler Kultur aber sind die Pflanzen nach Maßgabe ihrer Reservestoffe größer oder kleiner, ganz normal zur Entwicklung gelangt. Nur die Reservestoffe vermögen bei ersteren die Krisis länger hinauszuschieben.

Versuch vom 24. November bis 8. Dezember.

A: Normale Nährlösung, $^1/_2$ Kotyledo. Die Pflanzen erreichen eine Höhe von 8·3 *cm*, Stengel dünn, Blätter entfaltet, aber sehr klein, Wurzeln weiß und lang, zahlreiche Nebenwurzeln.

B: Normale Nährlösung + 5 Amide, $^1/_2$ Kotyledo. Stengel 4·2 *cm* hoch, Hypokotyle licht, Blätter kaum entwickelt, Hauptwurzel braun, statt der Nebenwurzeln Bulbillen.

C: Normale Nährlösung + Glykokoll, $^1/_2$ Kotyledo. Stengel 5·2 *cm*, hellgrün, Blätter entfaltet, aber sehr unscheinbar, Wurzel braun, mit Bulbillen besetzt.

Resultat. In kohlensäurefreier Luft führt der teilweise Mangel an Reservestoffen ein früheres Zugrundegehen der Pflanzen herbei als in normaler Atmosphäre, und auch das Vorhandensein von Amiden hat keinen retardierenden Einfluß auf die Krise, im Gegenteil will es scheinen, als ob sie nachteilig wirkten und als ob die Schädigung bei Vorhandensein eines einzigen geringer sei als bei mehreren. Die Versuche werden von nun ab mit $^1/_2$ Kotyledo durchgeführt.

Es wurde in Hinkunft neben die bereits beschriebenen Versuchsgläser auch ein solches eingeschaltet, welches nur ein Amid in der Nährlösung in dem Mengenverhältnis der Summe aller Amide enthielt.

Versuch mit Glykokoll.

7. bis 21. November.

A: Glas mit normaler Nährlösung
B: » » » » +0·586 *g* der Amide: Glykokoll, Alanin, Oxamid, Leuzin, Tyrosin, im Lefèvre'schen Verhältnis[1]
C: Glas mit normaler Nährlösung + 0·586 *g* Glykokoll
} im kohlensäurefreien Raum.

Bei *A*: Stengel durchschnittlich 13·3 *cm* hoch, Primordialblätter entwickelt, Wurzeln 6·3 *cm* lang, zahlreiche Nebenwurzeln.

B: Kleinere Stengel, Primordialblätter entwickelt, Wurzeln braun, Nebenwurzeln als Bulbillen.

C: Stengel länger, Wurzeln wenig gebräunt, wenig Nebenwurzeln.

26. Februar bis 3. März.

A: Stengelhöhe durchschnittlich 6·2 *cm*, Blätter vollkommen entfaltet, Wurzel 8·8 *cm* mit zahlreichen langen, weißen Nebenwurzeln.

B: Stengel 4·4 *cm*, Epikotyle sehr klein, nur wenige Blätter entfaltet, Wurzeln braun mit bräunlichen fädigen Nebenwurzeln und zahlreichen Bulbillen, Stengel schlaff und gelblich.

C: Normale Nährlösung mit 0·212 *g* Glykokoll (dieselbe Gewichtsmenge, mit welcher das Glykokoll im früheren Versuch als Komponente der Amid-

[1] Diese 0·580 *g* waren in 370 cm^3 Wasser gelöst, also ganz dem Lefèvreschen Mischungsverhältnis entsprechend, der in 700 *g* Medium (Sand + Wasser) 1·1 *g* aufgelöst hatte.

mischung figurierte): Stengel durchschnittlich 5·8 *cm*, Blätter meistens entfaltet, Epikotyle klein, Wurzeln gelblich mit starken Nebenwurzeln und Bulbillen; von 11 Pflanzen sind 9 entwickelt.

Die oberirdischen Organe der kohlensäurefrei gezogenen Pflanzen nehmen etwa durch 10 Tage eine normale Entwicklung, nach Verbrauch der Reservestoffe beginnen sie einzugehen. Während aber dabei die in normaler Nährlösung gezogenen ein normales Wurzelsystem ausbilden, sind die Wurzeln in der Amidlösung kurz, braun und mit Bulbillen statt der Nebenwurzeln besetzt. Hypokotyle sind blaß und durchscheinend. Die Glykokollpflanzen nehmen in jeder Beziehung eine Mittelstellung ein, an der Hauptwurzel bilden sich neben zahlreichen Bulbillen wenige weiße Nebenwurzeln aus.

Versuche mit Alanin.

9. bis 25. Februar.

A: Stengellänge 6·4 *cm*, Blätter entfaltet, Wurzeln 9·8 *cm*, reichliche weiße Nebenwurzeln.

B: Stengel hell, 5·4 *cm*, Wurzeln braun, 3·9 *cm* lang, keine Nebenwurzeln, zahlreiche Bulbillen.

C (0·212 *g* Alanin): Stengel 5·6 *cm*, Blätter wenig entfaltet, Wurzeln 3·8 *cm*, braun, reichliche gelbe Nebenwurzeln, viele Bulbillen.

Die Entwicklung der Pflanzen hatte am zwölften Tag aufgehört. Ein Versuch vom 11. bis 27. Dezember hatte ein gleichsinniges Resultat ergeben.

Pflanzen, welche Alanin in der Nährlösung erhalten, zeigen also folgendes Aussehen: Durchschnittshöhe 5·9–5·6 *cm*. Stengel ziemlich stark und sehr hell, Blätter klein und wenig entwickelt, Wurzeln bräunlich mit wenig Nebenwurzeln und vielen Bulbillen. Die Pflanzen sterben ab, sobald der Reservevorrat aufgebraucht ist.

Versuche mit Oxamid.

27. März bis 10. April.

A: Durchschnittshöhe 5·6 *cm*, Wurzeln 5·2 *cm*, normal ausgebildet.

B: Höhe 4·3 *cm*, Stengel hell, Wurzeln 4·9 *cm*, ohne Nebenwurzeln, braun, mit Bulbillen besetzt.

C: Stengel 4·9 *cm* hoch, Wurzeln 3 *cm* lang, mit zahlreichen gelblichen Nebenwurzeln.

Versuche mit Leuzin.

15. Jänner bis 1. Februar.

A: Durchschnittshöhe 4·5 *cm*, Wurzeln 2·9 *cm*, normal entwickelt, zahlreiche weiße Nebenwurzeln.

B: Höhe 3·8 *cm*, Stengel hell und dünn, Hauptwurzel 3 *cm*, braun, dünn, keine Nebenwurzeln.

C: Höhe 5·3 *cm*, Stengel hell und dünn, zahlreiche gelbbraune Nebenwurzeln.

Ein Versuch vom 23. April bis 7. Mai ergibt ein gleichsinniges Resultat. Die Versuche werden immer dann abgebrochen, wenn die Pflanzen unter der Glocke ihre Entwicklung einstellen und anfangen zu verwelken.

Ein Vergleich der fünf Amide untereinander wurde in dem Versuch vom 28. Mai bis 12. Juni angestellt.

A (normale Nährlösung): Stengel 8·2 *cm*, acht Blattpaare bei zehn Pflanzen entfaltet, Wurzeln normal, 3·1 *cm* lang.

B (normale Nährlösung + 5 Amiden): Stengel ziemlich stark, aber schlaff, 6·9 *cm* lang, Blätter nur bei zwei von zehn Pflanzen einigermaßen entwickelt, Wurzeln braun, mit Bulbillen besetzt, 3·2 *cm* lang.

C (normale Nährlösung + 0·212 *g* Alanin): Stengel 6·2 *cm*, hell, schlaff, vier Blattpaare entfaltet, Wurzeln braun, 3·9 *cm* lang, mit wenigen braunen Nebenwurzeln.

D (normale Nährlösung + 0·212 *g* Glykokoll): Stengel 7·1 *cm*, fünf Blattpaare entfaltet, Wurzeln 3·9 *cm*, wenige Nebenwurzeln, braun.

E (normale Nährlösung + 0·054 *g* Oxamid): Stengel 6·4 *cm*, fünf Blattpaare entfaltet, Wurzeln 3·4 *cm* lang, wenige braune Nebenwurzeln.

F (normale Nährlösung + 0·054 *g* Leuzin): Stengel im Gegensatz zu den vorigen stark und fest, nicht schlaff, 7·4 *cm* hoch, fünf Blattpaare völlig entfaltet, Wurzelsystem braun, aber reich verzweigt, Hauptwurzel 2·5 *cm* lang.

G (normale Nährlösung + 0·054 *g* Tyrosin): Stengel wie bei *F*, 7·3 *cm* lang, acht Blattpaare entfaltet, Wurzeln reich verzweigt, 2·3 *cm* lang.

Die in kohlensäurefreiem Raum befindlichen Pflanzen gehen, wenn ihre Reservestoffe aufgebraucht sind, gleichgültig ob ihnen in der Nährlösung Amide geboten werden oder nicht, zugrunde. Sie finden also offenbar nach Verbrauch ihres Reservestoffvorrates keine Kohlenstoffquelle in kohlensäurefreier Luft und vermögen die in der Nährlösung befindlichen Amine nicht auszunützen. In Bestätigung dieses Befundes konnte auch in Schnitten durch verschiedene Regionen der Wurzel und des Stengels durch mikrochemische Reaktionen niemals das Auftreten eines der gebotenen Amine nachgewiesen werden, so daß es zweifelhaft bleiben muß, ob dieselben überhaupt aufgenommen wurden. Die Wägung der nach Abbruch des Versuches in den Gläsern nach Verdampfen des Wassers zurückgebliebenen Trockensubstanz ergab wohl gewöhnlich ein kleines Minus, das sich aber nicht definitiv auf die Aufnahme seitens der Pflanze beziehen läßt, da Infektion der Kulturgläser trotz der angewendeten

Vorsichtsmaßregeln kaum jemals vollständig vermieden werden konnte.

Daß die gebotenen organischen Stoffe aber, auch wenn sie nicht in nachweisbaren Mengen aufgenommen wurden, einen Einfluß genommen haben, ergibt sich sehr deutlich aus dem veränderten Aussehen der betreffenden Pflanzen, wie das aus den geschilderten Versuchen hervorgeht, denen noch eine ganze Reihe anderer, gleichsinnig verlaufener, an die Seite gestellt werden könnte. Die Wirkung der Amine macht sich als Giftwirkung namentlich im Habitus der Wurzel geltend, die eine Verlängerung erfährt, mit welcher Braunfärbung, Unterdrückung der Ausbildung des Systems der Nebenwurzeln Hand in Hand geht, statt deren stecknadelkopfgroße Anschwellungen an der Hauptwurzel auftreten. Diese Giftwirkung, welche sich an den oberirdischen Organen dadurch zeigt, daß die Stengel schlaff und durchscheinend, allgemein kürzer werden und die Blätter kaum zur Entwicklung gelangen, nimmt mit der absoluten Menge der gebotenen organischen Substanz zu, sie ist in einem Gemisch von fünf Amiden am größten. Von den einzelnen Amiden zeigt aber Leuzin und Tyrosin die Giftwirkung stark vermindert, in Annäherung an die normalen Verhältnisse.

Jedenfalls haben die angestellten Versuche gelehrt, daß sich bei *Phaseolus vulgaris* durch Darbietung von Amiden in der Nährlösung nach Lefèvre'scher Vorschrift, keinerlei Ersatz der Kohlenstoffquelle der Luft bewirken läßt, daß vielmehr mit und ohne Amide die Pflanzen im kohlensäurefreien Raum zugrunde gehen, sobald ihre Reservestoffe aufgebraucht sind, was man auch deutlich aus dem Umstande ersehen kann, das unter solchen Umständen die Vegetationszeit sich nur durch ein Mehr an Reservevorrat verlängern läßt, daß sie also bei Belassung beider Kotyledonen am längsten ist und nach Entfernung der Kotyledonen ein Minimum erreicht. Die Amide üben vielmehr nur eine vergiftende Wirkung aus, die sich namentlich in der Schädigung des Wurzelsystems dokumentiert und die nur bei Tyrosin und Leuzin sehr reduziert erscheint. Trotz unserer durchaus negativen Resultate in bezug auf die Möglichkeit, daß *Phaseolus vulgaris* in Nährlösungen gezogen, im kohlensäurefreien Raum einzelne oder ein bestimmtes Gemenge von Amidosäuren als

Kohlenstoff- und Stickstoffquelle zum Aufbau seiner Körpersubstanz zu verwenden in der Lage ist, möchten wir doch diese Möglichkeit für Kulturbedingungen und Kulturpflanzen, wie sie Lefèvre verwendet hat, nicht in Abrede stellen.

In bezug auf ihre schädliche Wirkung auf oberirdische und unterirdische Organe ist für die verwendeten Aminosäuren folgende Reihenfolge mit Rücksicht auf ihre Darbietung in normaler Knop'scher Nährstofflösung aufzustellen:

Am schädlichsten wirken 5 Amide, dann folgen Glykokoll, Alanin, Tyrosin, Leuzin.

In von anorganischem Stickstoff freier Nährlösung ist die Giftwirkung überhaupt nicht so ausgesprochen, die Reihenfolge nicht wesentlich verändert.[1] (Die Versuchsdaten, welche das beweisen, sind hier der Raumersparnis wegen nicht wiedergegeben.)

[1] Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß in neuester Zeit durch W. Palladin festgestellt wurde, daß die Pflanzenzelle Chromogene enthält, auf welche durch Oxydasen Sauerstoff übertragen wird, wodurch sie zu Farbstoffen werden. In der lebenden Zelle wird, ohne daß der Farbstoff in Erscheinung träte, diese Oxydation wieder durch Reduktasen rückgängig gemacht. Aber beispielsweise in abgetöteten Zellen überwiegt der erstere Prozeß, so daß angeschnittene Früchte, Preßsäfte aus Pflanzenteilen etc. an der Luft rasch braune Farbe annehmen. Nun wird nach den Feststellungen dieses Forschers (Ber. der deutschen bot. Ges., Bd. 26*a* [1908], p. 125 und 389), welche sich zum Teil auf die früheren Untersuchungen E. Overton's (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 23, p. 171 [1898]) stützen, die Menge des Atmungschromogens durch Zuführung organischer Substanzen, namentlich Zucker, vergrößert. Es mag auch in unseren organischen Nährlösungen ein solcher Fall vorliegen, welcher in der Weise zu erklären ist, daß durch die gesteigerte Zufuhr organischer Substanz die oxydative Stoffwechseltätigkeit vergrößert und dadurch die Wirkung der Oxydase zu einer überwiegenden wird, hinter der die Tätigkeit des reduzierenden Fermentes zurückbleibt. Da durch die neueren Untersuchungen Raciborski's (Ber. der Krakauer Akademie der Wiss., 1905, Nr. 6, p. 338 bis 346) das Vorhandensein solcher Fermente in den Wurzelzellen festgestellt worden ist, mag die konstante Braunfärbung der Keimwurzeln in organischen Nährlösungen vielleicht damit ihre Erklärung finden.

Tabelle I.

Versuche mit Phaseolus vulgaris-Pflanzen, denen $^1/_2$ Kotyledo belassen ist, in kohlensäurefreiem Raume.

Normal		Normal + 5 Amide		1 Amid		
Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	
0·2 6·3 12·4 Wurzeln weiß, zu dichtem Knäuel verwickelt, zahlreiche Nebenwurzeln	4·5 6·8 9 Primordialblätter völlig entwickelt, Laubblätter beginnen sich zu entwickeln	3 6 9 Wurzeln braun, statt der Nebenwurzeln meist Bulbillen. Wenn Nebenwurzeln auftreten, sind sie kurz, borstenförmig	5 5·7 6·5 Blätter mäßig entwickelt, Stengel schlaff	3 6 9 Wurzeln nur ein wenig gebräunt, mäßige Anzahl von borstenförmigen braunen Nebenwurzeln	4 6·8 9·5 Primordialblätter bei den meisten fast vollkommen ausgebildet	8. bis 21. Nov. Glykokoll 0·580 *g* in 370 *cm*³ H_2O
4 7 10 Hauptwurzeln weiß, sehr lang, viele Nebenwurzeln	2 5·5 9 Stengel lang, dünn, Blätter bis auf ein Blattpaar ganz klein	1 3 5 Hauptwurzeln braun, mit Bulbillen besetzt, keine Nebenwurzeln	0·7 2·8 5 Hypokotyle ganz licht gefärbt, Blätter kaum entwickelt	2 4 6 Hauptwurzeln lang, mit vielen Bulbillen, wenige, meist sehr dünne Nebenwurzeln	3·5 5·9 8·3 Stengel lang, dünn, Blätter in der Entfaltung begriffen	24. Nov. bis 3. Dez. Glykokoll 0·580 *g*

5·2 9·1 13	2 5·3 8·7	1 3 5	2·5 4·2 6	0·2 3·1 6	2·7 4·8 6·8	26. Febr. bis 13. März
Weiße Wurzeln mit ziemlich starken Nebenwurzeln, vereinzelte Bulbillen	Stengel dick, grün, Blätter vollkommen entfaltet, gut entwickelt	Wurzeln braun, mit kurzen, fädigen, braunen Nebenwurzeln und mit Bulbillen	Stengel dick, aber ziemlich schlaff, starke Krümmungen	Lange, starke, braune Nebenwurzeln, die aber meistens fadenförmig endigen, Hauptwurzel dick	Stengel fest, Blätter teils ausgebreitet, teils in Entwicklung begriffen	Glykokoll $0{\cdot}212\,g$ in $370\,cm^3$ H_2O
1·5 5 8·5	3·5 6·6 8·8	0·5 2·7 5	1·3 2·9 4·6	1·2 4·1 7	3·5 5·2 7	28. Mai bis 11. Juni
Wurzeln mäßig dick, ziemlich kurz, mit reich verzweigten Nebenwurzeln, einzelne braune Spitzen	Stengel ziemlich dünn, aber fest und stark, Blätter ziemlich entfaltet	Ziemlich lange dunkelbraune Hauptwurzeln, mit zahlreichen Bulbillen besetzt	Stengel ziemlich dick und hell gefärbt, Epikotyle welk und schlaff	Lange, braune Hauptwurzeln mit wenigen langen Nebenwurzeln	Stengel ziemlich stark, die meisten Blätter entfaltet, aber gerunzelt	Glykokoll $0{\cdot}212\,g$
				1·5 3·2 5	2·5 4·2 6	Alanin $0{\cdot}212\,g$ in $370\,cm^3$ H_2O
				Braune Hauptwurzeln mit wenigen dicklichen, braunen Nebenwurzeln und zahlreichen Bulbillen	Stengel hellgrün, mäßig dünn, Blätter in der Entfaltung begriffen	

Normal		Normal + 5 Amide		1 Amid		
Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	
5 9·8 14·5 Wurzeln lang, weiß, mäßig dick, reichliche Nebenwurzeln	1·2 4·3 7·5 Stengel mäßig dick, ziemlich lichtgrün, Blätter meist entfaltet	1 3·5 6 Wurzeln braun, keine Nebenwurzeln	1 3·7 6·5 Stengel ziemlich stark, hell gefärbt	1 3·2 5·5 Wurzeln braun, von Schleimhüllen umgeben, die reichlichen Nebenwurzeln kurz, dick, gelb, viel Bulbillen	4 5·2 6·5 Blätter entfaltet, dunkelgrün, Stengel dick, ziemlich hell	9. bis 23. Febr. Alanin 0·212 *g*
0·1 5·8 11·5 Lange, weiße Hauptwurzeln, reichliche Nebenwurzeln	1·5 4·4 7·4 Blätter meist entfaltet, Hypocotyle verdickt	0·2 2·6 5 Braun und ziemlich stark, einige wenige braune Nebenwurzeln	1 2·7 4·5 Zum Teil ganz verkümmert, die übrigen schlaff und welk	0·2 1·4 3 Wurzeln sehr kurz, dunkelbraun, fädige, kurze Nebenwurzeln[1]	2·5 4·7 7 Stengel sehr hell, dünn, Blätter kaum entfaltet; einige Pflanzen ganz zugrunde gegangen	11. bis 27. Dez. Alanin 0·580 *g* in 370 cm^3 H_2O

[1] In allen Fällen, wo von der Ausbildung der Nebenwurzeln in den organischen Lösungen die Rede ist, sieht man Nebenwurzeln stets über dem Organtin ausgebildet, während in der Nährlösung selbst meistens an Stelle der Nebenwurzeln nur Bulbillen ausgebildet werden.

Tabelle II.

Normal		Normal + 5 Amide		Normal + 1 Amid		
Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	
				1 3·8 6·5 Hauptwurzeln hellgelb, lang, verzweigtes, mäßig starkes Wurzelsystem, Nebenwurzeln weiß und dünn	1 4 7 Stengel sehr hellgrün, dünn, Blätter bei drei Pflanzen entwickelt	11. bis 27. Dez. Oxamid 0·58 *g* in 370 *cm*³ H_2O
1·5 5·3 9 Wurzeln zahlreich, lang und stark, reich verzweigt	2·5 4·2 6 Stengel dick, hellgrün, Blätter ausnahmslos entfaltet	3·7 5·8 7·5 Dicke, kurze Hauptwurzel, ganz gebräunt, Bulbillen sehr zahlreich	3 4·1 5·2 Stengel hellgrün, dick, Blätter kaum entwickelt	1·7 3·9 6 Hauptwurzel gelbbraun, Nebenwurzeln gelb, zahlreich, ziemlich stark, gegen die Spitze fadendünn	3·2 4·7 6·2 Hellgrün, Blätter bis auf zwei Pflanzen entfaltet	27. März bis 10. April Oxamid 0·058 *g* in 370 *cm*³ H_2O

Normal		Normal + 5 Amide		Normal + 1 Amid		
Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	
				1 3·8 6·5 Braune Hauptwurzeln mit verzweigtem Wurzelsystem	2 4 6 Stengel dünn, aber fest, hellgrün, Blätter bei sechs Pflanzen ausgebildet	28. Mai bis 11. Juni Oxamid 0·058 *g*
0·5 2·8 5 Reichliches Wurzelsystem, ganz weiß	1·5 3·8 6·1 Stengel dünn, mit braunen Flecken, fünf Blattpaare entwickelt	0·2 3·5 6·8 Hauptwurzeln braun und lang, Bulbillen	1·2 3·8 5·5 Stengel hell, dick, Blätter nicht entwickelt	1 4·3 7·5 Hauptwurzeln lang, braun, stark, zahlreiche dünne Nebenwurzeln, viele Bulbillen	2·5 4·4 6·3 Stengel hell, dünn braune Flecken, Blätter bei fünf Pflanzen entfaltet	15. bis 30. Jänner Leuzin 0·586 *g* in 370 cm^3 H_2O
1·2 2·9 4·5 Normal entwickelt	0·7 3·4 6 Stengel dünn, weißlichgrün, drei Pflanzen entwickelt	0·5 2·8 5 Wenige dicke, fädig endigende Nebenwurzeln, Hauptwurzeln braun mit Bulbillen	0·5 3·3 6 Stengel dünn, schlaff, Blätter nicht entwickelt	0·5 4·3 8 Nebenwurzeln spärlich, lang und fädig, in der Nährlösung selbst sehr dick und lang	2·8 5 7·2 Stengel dick, tiefgrün, fest, Blätter sämtlich entfaltet	23. April bis 7. Mai Leuzin 0·054 *g* in 370 cm^3 H_2O

1	3·6	6	2·5	5·1	7·7		28. Mai bis 11. Juni Leuzin 0·054 *g*
Hauptwurzeln braun, mit langem, reich verzweigtem, weißem Wurzelsystem			Stengel dick, hellgrün, stark und fest; fünf Pflanzen voll entwickelt				
1	3·5	6	3·2	5·1	7		28. Mai bis 11. Juni Tyrosin 0·054 *g* in 370 cm^3 H_2O
Wurzeln hell, stark, Nebenwurzeln, weiß, reich verzweigt, kurz			Stengel mäßig dünn, Blätter entfaltet				

Tabelle III.

Stickstofffreie Nährlösung (anorgan. N)		Stickstofffrei[1] + 5 Amiden		Stickstofffrei + 1 Amid		
Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	Wurzeln	oberirdische Organe	
1 7 13 Wurzeln weiß, lang, lange, dünne weiße Nebenwurzeln	1 3·8 6·5 Stengel hell, dünn, Blätter grün und entfaltet	1 2 3 Hauptwurzeln braun, dick, keine Nebenwurzeln, nur Bulbillen	1·2 2·9 4·5 Stengel dick, dunkel, gekrümmt Blätter wenig ausgebildet, fünf Pflanzen verkümmert	0·2 2·6 5 Hauptwurzeln braun, dick, kurze, dicke Nebenwurzeln oder Bulbillen	2·5 4·3 6·1 Sehr dicke, grüne Stengel, Blätter schön grün, meist entfaltet	9. bis 23. Febr. Alanin 0·212 *g* in 370 cm^3 H_2O
1 5·5 10 Braune Hauptwurzeln mit vielen dünnen, weißen Nebenwurzeln	2·5 4·3 6 Stengel mäßig dick, Blätter zum Teil entfaltet	0·9 3·9 7 Braun mit einigen langen, starken Nebenwurzeln, viele dicke Bulbillen	2·4 4·2 6 Stengel ziemlich dünn, Blätter nur bei einer Pflanze	2 3·5 5 Kurze, dicke oder fädig endende Nebenwurzeln, Hauptwurzeln braun, dick	2·5 3·8 5 Stengel mäßig dick, Blätter meist ausgebildet	26. Febr. bis 13. März Glykokoll 0·212 *g*

3 8 13 Sehr lange, weiße oder schwach gelbliche Hauptwurzeln, wenig dünne, weiße Nebenwurzeln	3·2 5·1 7 Wie vorher	3·7 5·8 7·5 Hauptwurzeln sehr lang, braun, spärliche Nebenwurzeln, sehr dicke, weiße Bulbillen	3 4 5 Stengel mäßig dick, hellgrün, gekrümmt, keine Blattentfaltung	0·5 5·3 10 Hauptwurzeln gelblich, Nebenwurzeln dünn, weiß, lang	2·5 3·9 5·3 Stengel mäßig dick, Blätter bei sechs Pflanzen entfaltet	27. März bis 10. April Oxamid 0·058 *g*
0·5 4 7·5 Wie vorher	2·5 4·8 7 Wie vorher	0·5 3 5·5 Wurzeln zum größten Teil abgestorben	1 3·5 6 Stengel schlaff, Blätter sämtlich zugrunde gegangen	0·5 4·3 8 Lange, braune Hauptwurzeln mit ziemlich dicken, langen, weißen Nebenwurzeln	2 4·4 6·8 Stengel hellgrün, Blätter bei acht Pflanzen ausgebildet	23. April bis 7. Mai Leuzin 0·054 *g*

[1] Das »stickstofffrei« bezieht sich stets auf anorganischen Stickstoff.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. VIII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Fragmente zur Mykologie

(VIII. Mitteilung, Nr. 354 bis 406),

gleichzeitig

Vierte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel**,

k. M. k. Akad.

(Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

354. Über Kriegeria Eriophori Bres.

Der Pilz wächst auf den Blättern von *Eriophorum angustifolium* und *Scirpus silvaticus*, wurde in Krieger, Fungi saxon., Nr. 647 und 1049, und Rab.-Wint.-Pazsche, Fung. europ., Nr. 4084, sowie in den Fung. gallici Nr. 5698 in Originalexemplaren ausgegeben.

Derselbe wurde von Bresadola (Revue mycol. 1891, XIII. Bd. p. 14, Taf. 113) als Tubercularieae beschrieben.

Saccardo nannte ihn 1890 in litt. ad Bresadola *Septogloeum? dimorphum* und führt ihn 1892 in Syll. fung., X., p. 497 unter diesem Namen auf. Der Name Bresadola's ist aber der ältere und hat nomenklatorisch den Vorrang. Nach Saccardo wäre also der Pilz eine Melanconiee.

Die Untersuchung des Pilzes hat mir nun gezeigt, daß derselbe eine typische Auriculariee aus der Gattung *Platygloea* Schröt. = *Tachaphantium* Bref. = ? *Achroomyces* Bon. ist. (Siehe Ann. mycol. 1904, II. Bd., p. 271.)

Der Blattquerschnitt von *Eriophorum* zeigt große Luftkammern, die durch zwei bis drei Lagen von grünen Parenchymzellen von der Epidermis getrennt sind und mit den Spaltöffnungen durch Intercellulargänge in Verbindung stehen. Das Mycel des Pilzes ist nun in diesen großen Luftkammern enthalten und bildet in denselben unter jeder Spaltöffnung große, dichte, bis 160 μ breite Ballen, in welchen die Hyphen meist radial gegen die Spaltöffnung hinzielen. In diesen Hyphenballen kann man neben dünnen inhaltsarmen auch dicke reichlichen Inhalt führende Hyphen unterscheiden, was an frischem Material noch näher zu studieren ist.

Einzelne der Hyphen dringen nun durch die Spaltöffnungen, ohne diese zu erweitern, heraus, breiten sich oben aus und bilden daselbst, also ganz oberflächlich, die Fruchtkörper aus, die, mehreren Spaltöffnungen entstammend, oft weit ausgebreitete Überzüge bilden. Die Fruchtkörper bestehen aus einer zähen Gallerte, die sich mit Jod nicht färbt, und in welcher die Hyphen und ihre Produkte enthalten sind. Aus den sich auf der Blattepidermis hinziehenden Hyphen erheben sich auf dünnen Trägern die bis 50 = 12 μ großen keulig-zylindrischen stets vierzelligen *Auricularia*-Basidien, welche vier dicke zylindrische an den oberen Enden der vier Zellen sitzende Sterigmen entwickeln, die je eine eikugelige, an einer Seite etwas abgeflachte, unten seitlich ein kurzes Ansatzspitzchen zeigende, etwa 20 μ lange Basidiospore tragen. Schon die Form dieser Sporen verrät die Basidiomycetennatur des Pilzes.

Diese Basidiosporen haben auch die schon von Brefeld (Untersuch. Gesamtgeb. d. Mykologie, 1888, VII. Heft, p. 79, Taf. IV, Fig. 14) für *Platygloea* angegebene Eigentümlichkeit, bei der Keimung Sekundär- und Tertiärsporen zu bilden. Diese entstehen hier an der Basis der Sporen meist in symmetrischer Anordnung rechts und links davon, wodurch eigentümliche, aus drei bis fünf fächerförmig angeordneten Sporen (nämlich der die Mitte einnehmenden Basidiospore, zwei Sekundärsporen und eventuell zwei Tertiärsporen, die alle an der Basis durch dünne Verbindungsstücke zusammenhängen) bestehende symmetrische Gebilde entstehen. Die Sekundär- und Tertiärsporen sind länglich-elliptisch und schmäler und kleiner als die (mittlere)

Basidiospore. Manchmal tritt diese Bildung von Sekundärsporen schon ein, bevor sich die Basidiospore abgelöst hat, wodurch Bilder entstehen, wie sie Bresadola gezeichnet hat. Außer diesen Sporen findet man noch ganz kleine elliptische meist in Haufen stehende. Das sind offenbar Conidien, deren Träger durch Verschleimung verschwunden oder undeutlich geworden sind. Man ersieht aus diesen Angaben, daß der Pilz bisher völlig verkannt wurde.

Er muß vorläufig als *Platygloea Eriophori* (Bres.) v. H. bezeichnet werden. Es ist aber wohl möglich, daß ein vergleichendes Studium der bisher bekannten *Platygloea*-Arten zu einer Teilung der Gattung führen könnte, in welchem Falle die Gattung *Kriegeria* wieder zur Geltung kommen würde, denn der Pilz zeigt in der Art des Wachstums und der Bildung der Sekundärsporen, der lockeren Anordnung der Basidien, der Konsistenz etc. einige Besonderheiten, die vielleicht schon jetzt die Reaktivierung der Gattung *Kriegeria* rechtfertigen könnten. Jedenfalls wäre aber dann *Kriegeria* unmittelbar neben *Platygloea* zu stellen.

355. Was ist Apiosporium Kunze?

Wenn man wissen will, was eine Gattung ist, muß man auf den Typus derselben zurückgehen. Die später oft irrtümlich in die Gattung gestellten Arten kommen hiebei nicht in Betracht. Der Typus der Gattung *Apiosporium* ist *A. Salicis* Kunze (Mykolog. Hefte 1817, I. Heft, p. 8, Taf. I, Fig. 3).

Das Orginalexemplar dieses Typus existiert kaum mehr; es ist mir aber nicht zweifelhaft, daß der von Fuckel (Symbol. mycol. p. 88) als *Apiosporium Salicis* beschriebene und in den Fungi rhenani (ohne Nummer) ausgegebene Pilz damit identisch ist. Derselbe wächst auf alter Weidenrinde und entspricht vollkommen der Beschreibung bei Kunze.

Die Untersuchung desselben zeigte mir, daß derselbe aus kleinen oberflächlichen Häufchen von meist länglichen oder unregelmäßigen, etwa 80 bis 100 μ breiten Sklerotien besteht. Dieselben haben eine dünne aus rundlich-polyedrischen, durchscheinend olivenbraunen 6 bis 12 μ großen Zellen bestehende Rinde und einen aus hyalinen, gelatinös sehr dickwandigen,

meist rundlich-knolligen, oft unregelmäßigen, 6 bis 14 μ großen, mit reichlichem Plasma erfüllten Zellen, die oft in kurzen Reihen stehen und durch Druck sich leicht voneinander trennen, bestehenden Kern.

Die Form muß *Sclerotium Salicis* (K.) v. H. genannt und die Gattung *Apiosporium* Kunze völlig gestrichen werden. *Sclerotium apiosporoides* Speg. (Sacc. Syll. XIV, p. 1150) ist offenbar derselbe Pilz.

Apiosporium Brassicae (Lib.) Fuckel (Symb. myc., p. 88) = *Perisporium Brassicae* Libert exsic. Nr. 280; Fung. rhen. Nr. 2312 sind 30 bis 60 μ große schwarze Sklerotien, die eine zähe umbrabraune, aus 8 bis 10 μ großen polygonalen Zellen aufgebaute Epidermis haben; der Kern besteht aus polyedrischen, dickwandigen, zirka 15 μ großen Zellen. Muß *Sclerotium Brassicae* (Lib.) v. H. genannt werden.

Apiosporium profusum Fuckel, f. rhen. Nr. 732 scheinen *Coniothecium*-artige Zustände eines Pyrenomyceten zu sein.

Apiosporium stygium (Wallr.?). Das Fuckel'sche Exemplar zeigt den Pilz nicht. Das Exemplar in Fung. gallic. Nr. 1542 ist ein opaksporiges *Sporidesmium*, wahrscheinlich *Sp. melanopodum* (Ach.) B. et Br.

Apiosporium Hyphae Fuckel (Symb. myc. III. Nachtr., p. 17) sind exakt kugelige, glatte, kohlig-brüchige 60 bis 80 μ große Pycniden, ohne Ostiolum, die zahlreiche, hyaline, mit einem Öltropfen ausgefüllte, kugelige, 4 bis 5 μ breite Sporen enthalten, deren Entstehungsweise nicht zu erkennen ist. Möglicherweise entstehen sie in zerfließenden Schläuchen. Entspricht anscheinend der Gattung *Mycogala*.

Apiosporium Plantaginis (Cda.) Fuck. ist nur die Conidienform *Gyroceras Plantaginis* (Cda.) Sacc. Michelia I., p. 266, Fungi italici, Taf. 794.

Apiosporium Rehmii Sydow. (Annal. myc. 1904, II. Bd., p. 520) ist nach dem Originalexemplar in Rehm, Ascomyc. exsic. Nr. 1573 eine echte, typische Capnodiacee, welche der *Limacinia fernandeziana* Neger sehr nahe steht, ja mit ihr vielleicht sogar identisch ist.

Der Pilz hat ölreiche Hyphen, welche auch *Antennularia*-Ketten bilden, zylindrisch-kegelige und rundliche Pycniden,

eiförmige knorpelig-zähe Perithecien mit einem aus verzweigten, stark knorpelig-gelatinösen Paraphysen und Asci bestehenden Nucleus, durch dessen Quellung die oben in der Mitte dünnerwandigen Perithecien schließlich aufreißen. Die Asci werden wie bei *Capnodium Salicinum* Mont. schließlich herausgepreßt.

Apiosporium Fumago Fuckel (Symb. myc., p. 87) ist nach dem Originalexemplar Fung. rhen. Nr. 2143 eine Leptostromacee mit hyalinen, länglichen 1·5 = 1 μ großen Sporen. Die kreisrunden, oberflächlichen, halbiert-schildförmigen Pycniden sind dunkelbraun, radiär gebaut, 40 bis 50 μ breit und sitzen auf einem Subiculum, das aus graubräunlichen kurzgliedrigen, 2 bis 4 μ breiten Hyphen besteht. Dabei ist *Atichia glomerulosa* (Ach.).

Apiosporium pinophilum Fuckel ist eine ähnliche Leptostromacee (siehe diese Fragmente Nr. 378).

Apiosporium Ulmi Fuckel sind nach dem Originalexemplar F. rhen. Nr. 64 überreife dünnhäutige, rundliche, mit Ostiolum versehene, 120 μ breite Pycniden.

Apiosporium quercicolum Fuckel ist nach den Exemplaren in Allesch. und Schnabel, Fung. bavarici Nr. 531 und Krieger, Fung. saxonici, Nr. 124, nichts anderes als *Atichia glomerulosa* (Ach.) im unreifen Zustande und in Gesellschaft einer *Torula*.

Apiosporium Centaurii Fuckel ist nur der Conidienpilz (*Torula*).

Apiosporium Tremulicolum Fuckel ist ein hellbräunliches Mycel auf den Blättern, welches kleine blasse *Tripospermium*-Conidien bildet. Die von Fuckel beschriebenen Perithecien sah ich nicht.

Aus diesen Angaben ergibt sich wieder, daß die Gattung *Apiosporium* völlig gestrichen werden muß.

Völlig unbegründet und falsch ist daher das Vorgehen Schröters (Pilze Schlesiens, II. Bd., p. 247), der die Gattungen *Apiosporium*, *Fumago* Pers. und *Capnodium* Mont. identifiziert.

356. Über Dimerosporium Englerianum P. Henn.

Dieser auf Ericaceenzweigen in Deutsch-Ostafrika vorkommende Pilz wurde in dem Werke »Deutsch-Ostafrika«,

Berlin 1895, Teil C, p. 31 beschrieben Saccardo (Syllog. Fung. XVII, p. 537) führt denselben wegen der gefärbten Sporen bei *Dimerium* auf. Nach Rehm (Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. [173]) wäre es eine *Neopeckia*. Später stellte Hennings für den Pilz die neue Gattung *Dimerosporiopsis* auf, welche er den Trichosphaeriaceen zuteilt.

Als *Dimerosporiopsis Engleriana* P. Henn. ist das Originalexemplar des Pilzes in Rabenh.-Pazschke, F. europ. et extraeurop., Nr. 4260 ausgegeben. Schon 1907 gab ich in diesen Fragmenten, III. Mitt., Nr. 115, p. 116 an, daß es nach der Beschreibung eine *Coleroa* mit stark entwickelten Stromahyphen zu sein scheint. Die nun vorgenommene Untersuchung des obigen Originalexemplares zeigte mir, daß der Pilz eine ganz typische *Coleroa* ist, welche sogar der *Coleroa Straussii* (S. et R.) v. H. sehr nahe steht.

Es ist ein eingewachsenes Stroma vorhanden, das stellenweise nach außen durchbricht und hier freie Hyphen und oberflächlich stehende ganz typische *Coleroa*-Perithecien bildet.

Der Pilz steht als eine auf einer Ericacee schmarotzende *Coleroa* durchaus nicht isoliert da, weil mindestens noch zwölf, meist als *Venturia* oder *Gibbera* beschriebene *Coleroa*-Arten auf Ericaceen bekannt sind. Sie wachsen meist auf den Blättern.

Es sind dies folgende Arten:

1. *Coleroa salisburgensis* (Niessl) v. H. auf *Erica*.
2. *C. Straussii* (S. et R.) v. H. auf *Erica*.
3. *C. Andromedae* (Rehm) Winter auf *Andromeda*.
4. *Venturia pulchella* C. et P. auf *Cassandra*.
5. *V. Myrtilli* Cooke auf *Vaccinium*.
6. *V. compacta* Peck. auf *Vaccinium*.
7. *V. atramentaria* Cooke auf *Vaccinium*.
8. *V. ? alpina* Sacc. auf *Arctostaphylos*.
9. *Gibbera Vaccinii* (Sow.) Fr. auf *Vaccinium*.
10. *Venturia Arctostaphyli* C. et H. auf *Arctostaphylos*.
11. *Venturia pezizoidea* Sacc. et E. auf *Andromeda*.
12. *Venturia cincinnata* (Fr.) auf *Oxycoccus*.

Diese Arten, zu welchen wahrscheinlich noch einige weitere kommen, sind kaum alle voneinander spezifisch ver-

schieden. Immerhin ist aber die reiche Entwicklung der Gattung *Coleroa* auf Ericaceen bemerkenswert.

Nachdem ich in Nr. 378 und Nr. 115 dieser Fragmente gezeigt habe, daß *Antennaria* Link 1809 (non Gärtner 1791) = *Antennularia* Reichenb. 1828 = *Gibbera* Fries 1849 = *Coleroa* Rabh. 1851 ist, müssen nunmehr alle echten *Coleroa*-Arten den Gattungsnamen *Antennularia* Reichenbach erhalten.

357. Über Asteridium dothideoides Ell. et Ev.

Die Autoren geben an (Sacc. Syll. XIV, p. 700), daß die Perithecien zum Teile *Hysterium*-artig gestreckt sind, ferner daß die braunen Sporen anfänglich meist eine Querwand, später aber zwei hyaline Septen haben. Es ist klar, daß diese Angabe auf einem Irrtum beruhen wird. Die Untersuchung des Originalexemplares (Plants of Florida, Nr. 1939) zeigte mir, daß der Pilz eine ganz typische *Morenoëlla* (Hemihysteriaceen) ist; ferner, daß die Sporen stets zweizellig sind; die Querwand liegt in der Mitte, ist derb und braun. Die Sporenmembran besteht aus einer äußeren dunkelbraunen und einer inneren hyalinen Schichte. Bei dem Wachstum der Sporen zerreißt nun die braune Schichte in der Mitte jeder Zelle der Quere nach, die beiden Ränder treten auseinander und so entsteht auf jeder der beiden Teilzellen der Sporen ein erst ganz schmaler, später breiter werdender heller Gürtel, welcher von Ellis und Everhardt für eine Querwand gehalten wurde.

Der Pilz hat nun zu heißen *Morenoëlla dothideoides* (E. et Ev.) v. H.

358. Über Asteridium peribebuyense Speg.

Dieser in Saccardo, Syll. fung., IX., p. 400, als *Asterella* aufgeführte Pilz ist nach dem Originalexemplar in Balansa, Plant. du Paraguay, Nr. 3833, eine nicht ganz typische Capnodiacee.

Apiosporium brasiliense Noak (Sacc., Syll. fung., XVI., p. 408) ist damit identisch oder doch sehr nahe verwandt.

Das Mycel überzieht die ganze Blattoberseite in Form einer rauchbraunen, dünnen Haut, auf der die kugeligen,

häutigen, mattschwarzen, 90 bis 100 μ breiten Perithecien zerstreut sitzen. Die Perithecienmembran ist ziemlich zähe und besteht aus olivenbraunen, häufig ölführenden, 3 bis 5 μ breiten, polygonalen Zellen. Der Nucleus besteht aus stark verschleimenden Paraphysen und spindelig-keuligen Asci, die oben kurz zylindrisch vorgezogen, abgerundet und sehr dickwandig, in der Mitte bauchig und unten kegelig-spitz sind. Sie verschleimen schließlich außen stark, sind anfänglich kürzer und breiter, strecken sich später und erreichen die Dimensionen 36 bis 44 = 10 bis 12 μ. Die hyalinen Sporen liegen mehrreihig im Ascus, sind fast stets nur mit drei Querwänden versehen, länglich oder etwas keulig, gerade oder schwach gekrümmt, an den Enden stumpflich oder spitzlich, 16 bis 24 = 4 μ. Die Perithecienmembran ist oben dünner, ein deutliches Ostiolum ist aber nicht zu sehen. Manchmal sitzen auf den Perithecien durchscheinend braune, einzellige, vereinzelte, 50 bis 140 μ große stumpfe Borsten. Spärlicher als die Perithecien sitzen am Mycel *Microxyphium*-artige Pycniden. Dieselben gleichen schwarzen Borsten, sind bis 800 μ lang, unten 32 μ, oben 16 μ dick; unter der 12 μ dicken Spitze findet sich eine spindelförmige Anschwellung von 60 μ Länge und 25 μ Dicke, welche hohl ist und die Pycnide darstellt, deren Sporen nicht gesehen wurden.

Die Mycelhyphen sind ganz ähnlich denen der *Limacinula samoënsis*. Sie sind blaß olivenbräunlich und bestehen aus 6 bis 13 = 4 bis 5 μ großen, länglichen, dünnwandigen, ölführenden, an den Querwänden eingeschnürten Zellen, verlaufen sich schief kreuzend nach allen Richtungen ziemlich gerade und sind besonders in der Nähe der Perithecien und Pycniden membranartig verwachsen. Auf dem Mycel sitzen blaß olivenfärbige, 40 bis 48 μ breite *Triposporium*-Conidien.

Man sieht, daß der Pilz anders aussieht als ihn Spegazzini beschreibt, insbesondere hat er die sicher dazugehörigen, die Capnodieen-Natur des Pilzes beweisenden *Microxyphium*-Pycniden übersehen.

Der Pilz ist eine neue Capnodieen-Gattung, zu der sicher viele *Zukalia*-Arten, vielleicht auch *Perisporiopsis* P. Henn., mehrere *Asteridium*- und *Limacinia*-Arten u. s. w. gehören

werden. Da mir der Typus der Gattung *Zukalia (Z. loganiensis* S. et B.) nicht bekannt ist, stelle ich für dieselben vorläufig keine Gattung auf.

359. Über Asteridium dimerosporoides Speg.

In diesen Fragmenten (1907, IV. Mitt., Nr. 157) hatte ich einen Pilz (Balansa, Pl. du Paraguay, Nr. 4059) trotz ganz ungenügender Übereinstimmung mit der Beschreibung (Sacc., Syll. fung., IX., p. 434) und daher mit einigem Zweifel als *Asteridium dimerosporoides* Speg. bestimmt. Ich erkannte aber gleichzeitig, daß derselbe weder ein *Asteridium* noch eine *Zukalia* ist, wohin er von Saccardo gebracht wurde, sondern eine *Giberella*. Ich kam nun 1909 in die Lage, ihn mit dem Originalexemplare in Roumeguère, F. selecti exs. Nr. 5244 zu vergleichen und es stellte sich hierbei in der Tat die völlige Identität mit diesem heraus. Meine damalige Bestimmung war daher ganz richtig und muß nun der Pilz definitiv *Giberella dimerosporoides* (Speg.) v. H. genannt werden.

360. Über Clypeolum dothideoides Speg. und die Gattung Trabutia.

Spegazzini gibt nach Saccardo, Syll. fung. IX., p. 1061, an, daß die Perithecien dieser Art nicht eingewachsen sind und auf Myrtaceenblättern wachsen.

Die Untersuchung eines Originalexemplares aus dem Herbar Puiggari (Apiahy, Brasilien, Juli 1883) zeigte mir nun, daß die Blätter sicher nicht von einer Myrtacee herrühren, da sie keine Spur von Öldrüsen zeigen. Der Pilz wächst vornehmlich auf der Blattoberseite, weniger reichlich blattunterseits, und besitzt kleine, meist nur 150 bis 300 μ große Stromata, die in der Regel nur einen Loculus enthalten, jedoch auch bis 1 *mm* breit werden und dann 2 bis 5 Loculi zeigen. Er springt halbkugelig vor, ist schwarz, kohlig, glänzend und in Menge ziemlich gleichmäßig auf dem Blatte verteilt. Das Stroma ist ganz Dothideaceen-artig entwickelt und steht nicht oberflächlich, sondern entwickelt sich in der Außenwand der Epidermiszellen unter der Cuticula, ist daher von letzterer stets überzogen. Die

größeren Stromata sind 80 bis 200 μ dick und haben eine etwa 25 μ dicke Decke, die über den Loculi zirka 12 μ breite rundliche flache Ostiola zeigt. Das Stromagewebe ist unten wenig entwickelt und hyalin oder blaß.

Die zahlreichen keulig-zylindrischen Asci zeigen meist schief sich deckende einreihig liegende hyaline, stets einzellige, elliptisch-spindelförmige, an den Enden stumpfliche, meist 14 ≃ 5 μ große Sporen, mit körnigem Inhalte. Die Asci sind etwa 80 ≃ 8 bis 10 μ groß und von wenig zahlreichen dünnfädigen Paraphysen umgeben. Das Stromagewebe ist namentlich an den dickeren Stellen ganz von bis etwa 15 μ großen, hyalinen Kalkoxalat-Krystalltrümmern erfüllt.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß der Pilz keine Microthyriacee, sondern eine Dothideacee ist. Er könnte ganz gut als *Phyllachora* aufgefaßt werden, und ist wahrscheinlich als solche seither wieder beschrieben worden.

Allein es kommt bei demselben noch eine zweite Gattung in Erwägung, die bisher unrichtig erkannt und daher falsch klassifiziert worden ist. Es ist dies die Gattung *Trabutia* Sacc. et Roumeg. (Revue mycol., 1881, Heft 9, p. 27, Taf. XIV, Fig. 2). Die Originalgattungsbeschreibung von *Trabutia*, welche zum Teile mit geringen Abänderungen in die Werke von Winter, Ellis und Everhardt, Briosi und Cavara etc. übergegangen ist, ist falsch.

Der Typus der Gattung *Trabutia quercina* (Rudolphi) zeigt ein dünnes, in der Außenwand der Epidermiszellen unter der Cuticula eingewachsenes Stroma, in dem stellenweise, meist einzeln stehend, doch auch zu 2 bis 3 mehr minder verschmelzend, Loculi auftreten.

Trabutia ist daher eine eingewachsene Dothideacee und eigentlich nichts anderes als eine *Phyllachora*, die sich statt tiefer im Gewebe in der Außenwand der Epidermiszellen unter der Cuticula entwickelt. Es ist anzunehmen, daß einige *Phyllachora*-Arten sich ebenso verhalten werden, und andrerseits, daß mehrere *Trabutia*-Arten zu *Phyllachora* gehören. Letzteres ist sicher der Fall bei *Trabutia crotonicola* Rehm. (= *Phyllachora Crotonis* Cooke = *Phyllachora Julocrotonis* Bres.).

Mit den Clypeosphaeriaceen, wohin *Trabutia* bisher gerechnet wurde, hat die Gattung nichts zu tun.

Ich halte sie für vollberechtigt. Sie stellt nun ein interessantes Glied in der Reihe der Dothideaceen vor.

Nach dem Gesagten ist *Clypeolum dothideoides* Speg. eine echte *Trabutia*, die *Trabutia dothideoides* (Speg.) v. H. zu heißen hat. Da die Nährpflanze derselben nicht bekannt ist, ist es nicht leicht möglich festzustellen, ob sie seither wieder beschrieben wurde.

Der Gattungscharakter und die Stellung von *Trabutia* müssen nach den gemachten Angaben geändert werden.

361. Über Asterina Cyathearum Racib.

Der Pilz ist in Raciborski, Parasit. Algen und Pilze Javas, Batavia, 1900, II, p. 17 beschrieben und in Racib. Crypt. paras. jav., Nr. 89, unter dem Namen *Halbania Cyathearum* Rac. ausgegeben. In Sacc., Syll. fung. ist derselbe XVI, p. 649 und XVII, p. 881 als *Asterina* angeführt.

Derselbe ist nach dem Originalexemplare keine *Asterina*, sondern eine neue Microthyriaceen-Gattung, welche der *Myxasterina Strychni* v. H. (in diesen Fragmenten, 1900, VII. Mitt.) nahesteht und sich von dieser durch die mehrfach quergeteilten Sporen und den Bau der Perithecien unterscheidet.

Die Perithecien sitzen in Gruppen an der Unterseite der Blattfiedern, wachsen ganz oberflächlich, sind matt schwarz, 180 bis 350 μ breit, unregelmäßig rundlich, oft eckig und halbiert, schildförmig. Die untere Hälfte der Perithecienmembran besteht aus einer einzellschichtigen, hellbraunen Haut, die aus 2 bis 3 μ breiten dünnwandigen Hyphen besteht und stellenweise kleinzellig-parenchymatisch ist. Auf dieser Basalmembran sitzen ohne Paraphysen die eiförmigen, dickwandigen Asci. Die obere Peritheciumhälfte ist derbwandig, im mittleren Teile opak-schwarz und gegen den etwas durchscheinenden Rand aus 3 bis 4 μ breiten, schwarzbraunen, unregelmäßig verflochtenen und nach außen verlaufenden Hyphen zusammengesetzt. Der Rand ist unregelmäßig fimbriat und geht in einen lockeren braunen Randsaum, der ein wenig entwickeltes Subiculum darstellt,

über. Bei der Reife zerreißt die opake Perithecienmembran unregelmäßig sternförmig-lappig von der Mitte aus und werden die Lappen mehr weniger aufgestellt und hinausgebogen, so daß dann die Fruchtschichte ganz frei liegt. Dieser Vorgang wird dadurch bewirkt, daß die Asci eine große Menge eines festen Schleimes außen entwickeln, der sich so wie sie selbst mit Jod schön blau färbt.

Die braunen Sporen sind schließlich schon im Ascus vierzellig, in der Mitte stark eingeschnürt, mit großen Mittel- und kleinen Endzellen und keimen an den Enden oft schon im Schlauche mit einer braunen Hyphe aus.

Der Pilz ist ein zweiter Repräsentant der Familie der Myxothyrieen. Da er schon von Raciborski *Halbania* genannt wurde, soll dieser Gattungsname beibehalten werden.

Myxothyrieae nov. fam. (**Microthyriacearum**).

Perithecien halbiert, schildförmig, oberflächlich, mit oder ohne Subiculum, infolge der Entwicklung von viel festem Schleim an der Oberfläche der Asci sternförmig aufreißend und schließlich durch Aufstellung der Sternlappen der Nucleus ganz bloßgelegt. Paraphysen fehlen (bisher).

1. **Myxasterina** v. H. (Diese Fragmente 1909, VII. Mitt.)

Asci an locker verzweigten Hyphen entstehend.

Basalmembran undeutlich oder fehlend. Sporen braun, zweizellig.

2. **Halbania** Rac. (emend. v. Höhnel).

Asci auf einer braunen, dünnen Basalmembran sitzend.

Sporen mehrfach quergeteilt, braun.

362. Micropeltis biseptata n. sp.

Perithecien zerstreut, oberflächlich, flach schildförmig, schwarz, derbhäutig, 120 bis 140 μ breit, mit rundem 15 bis 20 μ breiten Ostiolum, das von einer kleinzelligen, fast undurchsichtig schwarzbraunen 40 bis 60 μ breiten Zone umgeben ist, gegen den Rand unregelmäßig verbogen-radialfaserig,

durchscheinend olivengrünbraun, am Rande von subhyalinen 1 bis 2 μ breiten Hyphen etwas fimbriat. Paraphysen vorhanden, verklebt.

Asci spindelig-keulig, oben dickwandig und abgerundet, unten kurz zugespitzt und etwas bauchig, achtsporig, 30 bis 32 = 6 bis 9 μ. Sporen zweireihig, hyalin, beidendig abgerundet, länglich-keulig, oben etwas breiter, mit 2 Querwänden, an denselben nicht eingeschnürt, 7·5 bis 10 = 2 bis 3 μ.

An der Unterseite lebender Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java 1908.

Ist eine typische *Micropeltis*, die durch die stets dreizelligen Sporen sich von den meisten bekannten Arten unterscheidet. *Micropeltis Harmsiana* P. H. (Engler's bot. Jahrb. 1897, XXIII, p. 540) mit ebenfalls dreizelligen Sporen ist sonst ganz verschieden. *M. manaosensis* P. H. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 377) ist ein offenbar ganz ähnlicher Pilz, der, wenn die Beschreibung nicht korrekt sein sollte, mit der *M. biseptata* identisch sein könnte.

363. Meliola heteroseta n. sp.

Mycelrasen blattoberseits, rundlich, bis 6 *mm* breit, zart und dünn, ohne Fleckenbildung, zerstreut, aus radial verlaufenden, der Epidermis angewachsenen, geraden, meist locker und gegenständig fiederig verzweigten, dunkel violett-braunen, derbwandigen, 6 bis 12 μ breiten, aus meist 28 μ langen Gliedern bestehenden Hyphen gebildet. Hyphopodien an den Querwänden sitzend, vorwärts schief stehend, meist einseitig oder wechselständig, vereinzelt auch gegenständig entwickelt, zweizellig, länglich-eiförmig (obere Zelle wenig breiter und länger, glatt), meist 16 bis 20 = 11 bis 12 μ. Flaschenförmige Hyphopodien spärlich, meist an der Basis der Zweige, schief flaschen-kegelförmig, mit stumpfem Schnabel, einzellig, 25 = 12 μ. Borsten zahlreich, schwarz, opak, steif, von zweierlei Gestalt. Mycelborsten mit 180 bis 220 μ langem, unten 8 bis 10 μ dickem Stamm, der oben zwei 70 bis 100 μ lange, stark auseinandergespreizte und schwach zurückgebogene Gabelzweige trägt, die an der Spitze meist wieder einmal gabelig verzweigt sind. Endzweige stumpflich, 70 bis 80 μ lang. Perithecialborsten

zahlreich, an der Basis der Perithecien entspringend, unten gebogen, oben steif, scharf spitzig, unten 12 μ, oben 3 bis 5 μ breit, etwa 450 μ lang. Perithecien zu wenigen zerstreut im Rasen, kugelig, schwarz, später stark einsinkend. Peritheciummembran einschichtig (?) aus 12 bis 20 μ großen, außen stark halbkugelig vorspringenden, schwarzbraunen Zellen gebildet.

Ostiolum undeutlich. Asci ziemlich viele, dünnwandig, zwei bis dreisporig, elliptisch, unten spitzlich, 60 bis 65 = 26 bis 33 μ. Dazwischen zahlreiche, länglich zylindrische, dünnwandigfaltige, leere, bis 100 = 25 μ große Schläuche (Pseudoparaphysen?). Sporen parallel nebeneinanderliegend, durchscheinend schwarzbraun, länglich, etwas abgeflacht, fünfzellig, an den Querwänden stark eingeschnürt, an den Enden abgerundet, 44 bis 52 ≈ 18 bis 22 ≈ 12 bis 16 μ.

An der Oberseite der Blätter von *Paratropia* sp. »Romokgilling« im Urwalde von Tjibodas, 1908.

Ist eine von sämtlichen genügend bekannten *Meliola*-Arten dadurch verschiedene Art, daß zweierlei Borsten vorkommen, einfache spitze Perithecialborsten und ein- bis zweimal gegabelte Mycelborsten. Die *M. Cyperi* Pat. hat Mycel- und Perithecialborsten, die aber beide einfach sind. *Meliola mattogrossensis* Starb. verhält sich ähnlich, die Borsten sind aber oben manchmal kurz zwei- bis dreispaltig.

Die dünnen Mycelräschen der beschriebenen Art sind fest angewachsen und nicht ablösbar.

364. Meliola pectinata n. sp.

Pilzrasen dünn, schwärzlich, rundlich oder länglich, einige Millimeter breit. Hyphen schmutzig weinrot oder violettrotbraun, 8 bis 10 μ breit, derbwandig, aus 24 bis 28 μ langen Gliedern bestehend, gerade und radial verlaufend, meist gegenständig verzweigt. Hyphopodien sehr zahlreich, dicht stehend, stets gegenständig. Köpfige Hyphopodien 20 bis 24 13 bis 16 μ, zweizellig, untere Zelle kurz, obere rundlich eiförmig, höckerig, mit einem hellen kleinen Porus in der Mitte flaschenförmige Hyphopodien 17 bis 20 = 8 bis 10 μ, einzellig, unten eiförmig bauchig, oben mit dünnem, stumpflichem

Schnabel, spärlich. Borsten opak-schwarz, unten gebogen, steif aufrecht, spitz, seltener stumpflich; Mycelborsten 260 bis 420 μ lang, unten 12 μ, oben 6 μ dick und hier etwas durchscheinend. Perithecialborsten ebenso, aber nur bis 250 μ lang. Perithecien zerstreut, kugelig, schwarz, opak, großzellig, ohne Ostiolum, 260 bis 300 μ. Asci elliptisch, zweisporig, dünnwandig, 80 ≈ 36 bis 40 μ. Sporen elliptisch-länglich, beidendig breit abgerundet, fünfzellig, an den Querwänden eingeschnürt, 60 ≈ 24 μ, durchscheinend dunkelbraun.

In Gesellschaft von *Meliola heteroseta* v. H. auf der Oberseite lebender Blätter von *Paratropia* sp. zerstreute Räschen bildend. Wald von Tjibodas, Java, 1908.

Ist am nächsten mit *Meliola Montagnei* Pat. verwandt und unterscheidet sich von ihr hauptsächlich durch die dichtstehenden stets gegenständigen Hyphopodien, sowie durch die reichlich vorhandenen Perithecialborsten. Die obere Zelle der köpfigen Hyphopodien zeigt einen hellen runden Porus. Solche Poren sind bisher nicht beobachtet worden, werden aber wohl häufiger vorkommen. Darauf aufmerksam geworden, fand ich sie in der Tat auch auf den Hyphopodien von *M. corallina* M. var. *javanica* v. H.

365. Über die Stellung der Gattung Meliola Fries.

Da die Fruchtkörper der *Meliola*-Arten gewöhnlich kohligbrüchig und klein sind, ist ihr Bau bisher nur wenig bekannt geworden.

Gaillard (Le genre Meliola, Paris 1892) sagt, daß die Membran derselben nur aus einer Zellschichte besteht und daß ihr Inhalt sich ganz in Schläuche umwandelt, ferner, daß man in denselben nie Paraphysen findet. Darnach wäre *Meliola* eine Plectascineengattung.

In der Tat führt Fischer in den Natürlichen Pflanzenfamilien I, 1., p. 297, *Meliola* bei den Aspergillaceen auf, während Saccardo, Ellis und Everhardt und andere die Gattung zu den Perisporiceen stellen.

Ich fand nun im Berggarten von Tjibodas auf den Blättern von *Magnolia obovata* aus Japan eine ganz typische *Meliola*, deren Fruchtkörper sich leicht schneiden ließen, in bester Ent-

wicklung. Es ist dies eine nur sehr wenig abweichende Form von der bisher nur von Juan Fernandez (Chili) bekannt gewesenen *Meliola corallina* Mont., welche in die Verwandtschaft der *M. amphitricha* Fries. gehört. Ich bezeichne diese Form als *M. corallina* Mont. var. *javanica* v. H. Sie unterscheidet sich von der Normalform nur durch etwas kürzere Sporen (60 bis 64 = 28 = 20 bis 23 μ), etwas größere Borsten (500 bis 600 = 9 bis 14 μ) und dadurch, daß sie auf der Blattoberseite auftritt. Die Nährpflanze *(Magnolia)* ist mit jener der Normalform *(Drymis)* verwandt, was auch dafür spricht, daß die beiden Formen zusammengehören.

Die nähere Untersuchung dieser Form, deren Fruchtkörper weicher sind und schließlich einsinken, zeigte mir nun, daß echte Perithecien vorhanden sind mit büschelig angeordneten Asci, die an der Basis derselben sitzen und zwischen sich zartwandige, einzellige, lange, bis 7 μ breite deutliche Paraphysen erkennen lassen (siehe die Tafel). Zerquetscht man dieselben, so treten die Asci mit den dazwischen liegenden Paraphysen in Büscheln heraus. An medianen Längsschnitten kann man sehen, daß die Asci nur auf der Basis sitzen. An solchen sieht man ferner, daß die 25 μ dicke Wandung nicht einschichtig, sondern zwei- bis drei-, an der Basis auch vierschichtig ist. Die äußerste Zellschichte besteht aus etwa 20 μ hohen und 15 μ breiten, außen vorgewölbten, leeren schwarzbraunen Zellen. Daran schließen sich innen ein bis zwei Schichten von schwarzbraunen flachen Zellen an. Innen ist die Perithecienmembran noch mit einigen Schichten von hyalinen, zusammengepreßten Zellen ausgekleidet. Die Perithecien sitzen mit ziemlich breiter Basis auf. Oben in der etwas genabelten Mitte sind die braunen Zellen der Perithecienmembran nur 4 bis 7 μ breit, diese schmäleren Zellen bilden eine rundliche Gruppe und stellen die Andeutung eines (sich nicht völlig entwickelnden) Ostiolums vor, wie dies schon Gaillard für die *Meliola corallina* Mont. angegeben hat, was wieder zeigt, daß die var. *javanica* tatsächlich in den Formenkreis der *M. corallina* gehört. Unter diesem geschlossenen Protoostiolum sieht man regelmäßig angeordnete periphysenartige Hyphenenden. Aus diesen Angaben ersieht man, daß bei *Meliola* ganz echte Perithecien vor-

kommen. Da die untersuchte Form nach allen ihren sonstigen Eigenschaften eine ganz typische *Meliola* ist, kann es nicht zweifelhaft sein, daß die anderen Arten auch echte Perithecien besitzen.

Meliola ist daher eine echte Perisporiacee und keine Plektascinee.

Für *Zukalia*, die Fischer neben *Meliola* auch zu den Aspergillaceen stellt, gilt genau dasselbe.

366. Microthyriella malacoderma v. H.

Perithecien weich, flach, halbiert schildförmig, zerstreut, rundlich, bis 1 *mm* breit, 70 bis 100 μ dick, graubräunlich, weißlichgrau mit Oxalatkrystallen und Drusen bestäubt, der 200 μ breite rundliche Mittelteil dunkler und kahl, am helleren Rande in einen bis 150 μ breiten, sehr zarten hyalinen Randsaum übergehend, ohne Ostiolum. Perithecienmembran zarthäutig, hellbraun, einzellschichtig, aus dicht verwachsenen, polyedrischen oder rechteckigen, dünnwandigen, braunen, 4 bis 6 μ großen Zellen aufgebaut, gegen den Rand mehr faserig und dünner, bei der Reife unregelmäßig in Schollen zerreißend. Basalschichte dünn, undeutlich kleinzellig-plektenchymatisch, hyalin. Paraphysen sehr zahlreich, nicht typisch, verzweigt und plektenchymatisch verflochten, verschleimend. Asci eiförmig-elliptisch, sitzend, mit gleichförmig 5 bis 6 μ (unreif bis 16 μ) dicker Wandung, 120 bis 140 = 80 bis 85 μ. Sporen parallel zu acht im Ascus liegend, hyalin, mit gleichmäßig grobkörnigem, schmutzig blaßbräunlichem Inhalt, zweizellig, gerade oder meist schwach gebogen, zylindrisch mit abgerundeten Enden, an der Querwand nicht eingeschnürt, 85 bis 110 = 18 bis 24 μ. Jod gibt nirgends Blaufärbung. Viel Glykogen in den Asci.

Spärlich an der Unterseite lebender Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java 1908.

Eine interessante im Bau vollkommen mit *Microthyriella Rickii* (Rehm.) v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 244, p. 97 Sep.) übereinstimmende Form, deren Peritheciemembran jedoch so zart ist, daß sie leicht übersehen und der Pilz dann für eine Agyriee gehalten werden kann.

Die Gattung *Microthyriella* ist mit *Clypeolum* Speg. noch näher als mit *Microthyrium* verwandt.

Spegazzini gibt nach Sacc., Syll. Fung. IX, p. 667 an, daß *Clypeolum* ein kohliges Gehäuse und zylindrische Asci hat. Der Typus der Gattung ist *Clypeolum atro-areolatum* Speg. Mein Exemplar dieser Art aus dem Herbar Puiggari ist zwar unreif, zeigt aber eine dünne, braunhäutige, kleinzellige, in Schollen zerfallende Peritheciummembran. Darnach würden, was den Bau der Perithecien anlangt, *Microthyriella* und *Clypeolum* zusammenfallen. Allein es besteht noch der Unterschied in der Form der Asci. Diese sind bei *Clypeolum* zylindrisch-keulig mit ein- bis zweireihig stehenden, meist kleineren Sporen, bei *Microthyriella* hingegen dickwandig, eiförmig, mit mehrreihig parallel stehenden, meist größeren Sporen. Mit der verschiedenen Form der Schläuche steht auch eine Verschiedenheit der Paraphysen im Zusammenhang, welche bei *Clypeolum* typisch und einfach fädig sind, bei *Microthyriella* hingegen untypisch, verzweigt und plektenchymatisch verwebt.

Ich halte es für zweckmäßig, diese zwei Gruppen von Formen als Gattungen auseinander zu halten.

Natürlich sind jetzt mehrere *Microthyriella*-Arten in der Gattung *Clypeolum* eingereiht.

Zu *Clypeolum* in meinem Sinne werden, die Richtigkeit der Beschreibungen vorausgesetzt, gehören:

Clypeolum atro-areolatum Speg. (Sacc., Syll. II, 667); *brasiliense* Speg. (II, 667); *zeylanicum* C. et M. (IX, 1061); *Loranthi* K. et H. (IX, 1062); *amazonicum* C. et M. (XI, 380); *Hieronymi* Rehm. (XVI, 637); *sparsum* Mass. (XVI, 637); *Hymenophyllii* H. et N. (XVI, 638).

Zu *Microthyriella* dürften gehören:

Clypeolum megalosporum Speg. (XIV, 688); *scutelliforme* Rehm. (XVI, 637); *sulcatum* Starb. (XVI, 638).

Mehrere Arten gehören teils sicher nicht, teils kaum hierher:

Clypeolum minutissimum Speg. (II, 667) soll keine Paraphysen haben und wird daher kaum in die Gattung gehören.

Cl. dothideoides Speg. ist nach Nr. 360 dieser Fragmente eine *Trabutia*.

Cl. circinans Pat. (XI, 380) hat ein Ostiolum und wird ein *Microthyrium* sein.

Cl. dissiliens Cooke hat Sporen, die in ihre zwei Hälften zerfallen; ist entweder eine neue Gattung oder ein *Scolecopeltis*, wenn auch mehrteilige Sporen vorkommen sollten. Gehört vielleicht zu *Raciborskiella* v. H.

Cl. Talaumae Rac. hat nach der Beschreibung zweizellige, in die beiden Tochterzellen zerfallende hyaline Sporen und kein Ostiolum. (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, III, p. 35.)

Die genaue Untersuchung zeigte mir, daß es sich um eine neue Flechtengattung handelt. Schon der Umstand, daß bei der Ablösung der Perithecien, die stets ein deutliches Ostiolum haben, immer der Rand derselben in Form eines schwarzen Ringes zurückbleibt, beweist, daß der Organismus eingewachsen ist. Befeuchtet man denselben, so sieht man, daß um jedes Perithecium ein grünlich-bräunlicher, durch eine Saumlinie scharf begrenzter Hof vorhanden ist. Das ist der Flechtenthallus, der aus grünen, rundlich-polyedrischen, in einer Schichte liegenden, eine dünne Membran bildenden, etwa 8 bis 10 μ breiten Algenzellen besteht, welche Algenmembran von einer sehr dünnen bräunlichen Mycelhaut bedeckt ist, die aus kurzgliederigen, 2 μ breiten, dünnwandigen, radiär verlaufenden, in einer Schicht dicht verwachsenen Hyphen besteht und, am Rand scharf begrenzt, rundlich-lappig endet.

Querschnitte zeigen nun, daß dieser 8 bis 10 μ dicke Flechtenthallus unter der Cuticula in der dicken Außenwand der Epidermiszellen der Blätter eingewachsen ist und sich direkt in die kegelig-schildförmigen, brüchig-kohligen Perithecien fortsetzt, die ebenfalls unter der Cuticula auf der Blattepidermis sitzen (siehe die Tafel II).

Manchmal verschmelzen die Flechtenthalli mehrerer nebeneinander stehender Perithecien miteinander.

Die Sporen sind oft nur zweizellig, meist aber drei- bis vierzellig, hyalin und zerfallen leicht in ihre Glieder.

Die dünnfädigen, nicht verschleimenden, zahlreichen Paraphysen sind oben schön verzweigt und netzig verbunden, ganz so wie bei *Didymosphaeria* etc.

Als Pilz stellen die Perithecien eine neue mit *Metasphaeria* verwandte Gattung dar. Das ganze ist aber eine neue Flechtengattung, die ich *Raciborskiella* nenne. Die Flechte muß nun *Raciborskiella Talaumae* (Rac.) v. H. genannt werden.

Die obigen Angaben sind nach selbstgesammelten Exemplaren gemacht, an deren richtiger Bestimmung ich nicht zweifle.

Cl. chalybaeum Rehm. ist nach der Beschreibung wahrscheinlich eine neue mit *Scolecopeltopsis* verwandte Hypocreaceengattung.

Cl. vulgare Rac. (Bullet. Acad. scienc. Cracovie 1909, p. 384) gehört wegen den mangelnden Paraphysen kaum in die Gattung. Meine Exemplare dieser Art sind andere Pilze; das auf *Hydnocarpus* ist *Clypeolum Talaumae* Rac., jenes auf *Payena* ist *Scolecopeltopsis transiens* v. H. Ich kann daher über die Stellung der Art nichts aussagen.

367. Über Pisomyxa Amomi Berk. et Br.

Von diesem im Journ. Linn. Society, 1873, XIV. Bd., p. 138 beschriebenen Pilze konnte ich dank der Güte der Direktion des Kew-Herbariums das Originalexemplar untersuchen.

Dasselbe zeigte mir, daß die Beschreibung derselben eine irrtümliche ist und der Pilz nicht zur Gattung *Pisomyxa* Corda (Icon. Fung., I, p. 23, Taf. VI, Fig. 292) gehört.

Der Pilz hat ein dem Blatte angewachsenes Subiculum, das aus durchscheinend braunen, septierten, verbogenen, derbwandigen, 4 bis 5 μ breiten Hyphen besteht. Diese haben keine Hyphopodien und sind meist seitlich miteinander membranartig verwachsen. Sie bilden 1 bis 2 *mm* breite und bis 6 *mm* lange schmale mattschwarze, verworren samtige Flecke. Auf diesem einschichtigen membranösen Subiculum sitzen sehr zahlreiche, schwarze, opake, aufrechte, oben umgebogene und verschieden unregelmäßig verkrümmte, unten 8 μ dicke, oben 3 bis 4 μ dicke bis etwa 160 μ lange, stumpfe Haare, ferner zahlreiche braune, dünnhäutig-kleinzellige, eiförmige, 30 bis 60 μ

breite Pycniden, die auf einem ganz kurzen Stiele stehen und zahlreiche hyaline, längliche, 2 ≃ 1 μ große Spermatien enthalten. Sie zeigen oben ein kleines Ostiolum. Außerdem kommen noch ebenfalls auf kurzen schwarzbraunen etwa 10 ≃ 8 μ großen Stielen sitzende, durchscheinend blaß gelblich-olivenfarbige, weichfleischig-häutige, eikugelige, oben mit deutlicher Mündungspapille versehene, 66 bis 72 μ breite, 72 bis 80 μ hohe Perithecien vor. Die Perithecienmembran ist mehrschichtig, durchscheinend und besteht aus mehreren Lagen von dünnwandigen polygonalen, ganz zusammengepreßten, bis 12 μ breiten Zellen. Außen ist eine Art Cuticula vorhanden, die sehr kleinschollig zerreißt. An der Basis, sowie um das meist etwas eckige 6 μ breite Ostiolum, das sich später etwas erweitert, ist die Perithecienmembran dunkler, braungefärbt und kleinzelliger. Die Asci sind eiförmig, oben dickwandig, 40 bis 45 ≃ 28 bis 36 μ groß; meist sind nur wenige, bis etwa 5 Asci vorhanden. Sporen zu wenigen, bis acht, zartwandig, hyalin, mit hellgelblichgrünlichem, reichlichem, grobgranuliertem Inhalt, länglich, nach beiden Enden verschmälert, stumpflich, gerade oder wenig gekrümmt, 29 bis 34 ≃ 9 bis 11 μ, zweizellig, an der in der Mitte befindlichen Querwand nicht oder kaum eingeschnürt. Paraphysen undeutlich oder fehlend.

Man ersieht aus diesen Angaben, daß der Pilz ganz anders aussieht als die Originalbeschreibung vermuten läßt. Er ist unzweifelhaft mit *Dimerosporium* und *Alina* Rac. (Bullet. Acad. scienc. Cracovie 1909, p. 374) verwandt. Am nächsten jedenfalls mit *Alina*. Indessen werden mehrere *Dimerosporium*-Arten zu *Alina* gehören.

Für *Alina* gibt der Autor an, daß ein intramatricales, hyalines Nährmycel vorhanden ist; daß die braunen Perithecien eine einschichtige Wandung und keine Mündung haben und daß die Sporen braun sind. Ferner zeigen die Perithecien einen Kranz von Basalborsten.

Balladyna Medinillae Rac. ist nach der Beschreibung offenbar eine *Englerulaceae*, kann also trotz der sonstigen Verwandtschaft nicht in Betracht kommen. Wegen der fleischig-häutigen ostiolierten Perithecien ist der Pilz eigentlich eine Hypocreacee, allein alle übrigen Merkmale sind perisporiaceenartig. Der Pilz

nimmt also eine Mittelstellung zwischen den Perisporiales und Hypocreales ein.

Er stellt jedenfalls eine neue Gattung dar, die ich *Dimerosporiella* nenne.

Dimerosporiella n. g.

Subiculum einschichtig, aus braunen Hyphen ohne Hyphopodien bestehend, häufig unterbrochen membranös. Aufrechte Haare oder Borsten, sowie kleine kurzgestielte Pycniden, mit Spermatien vorhanden. Perithecien fleischig-häutig, eikugelig, mit Mündungspapille und Ostiolum, auf kurzen Stielen senkrecht am Subiculum sitzend. Paraphysen undeutlich. Asci eiförmig, bis achtsporig. Sporen hyalin oder gelblich, zweizellig. Perithecienmembran mehrschichtig, parenchymatisch.

D. Amomi (Berk. et Br.) v. H.

Synom.: *Pisomyxa Amomi* B. et Br., l. c.

368. **Zukalia parasitans** n. sp.

Basalhyphen spärlich, gerade verlaufend, durchscheinend braun, septiert, ohne Hyphopodien, 3 μ breit. Perithecien herdenweise aufrecht-eiförmig-länglich, manchmal kurz gestielt, schwarz, glatt, ohne Ostiolum, 46 bis 60 μ breit, 70 bis 100 μ hoch. Perithecienmembran kastanienbraun, zähe, aus wenig deutlichen, 6 bis 8 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut. Paraphysen fehlend. Asci wenige, dickwandig, dickkeulig-spindelig, oben stumpflich, achtsporig, 28 bis 41 = 14 bis 16 μ. Sporen zwei- bis dreireihig, hyalin, mit Schleimhülle, länglich-keulig, oben abgerundet und breiter, unten allmählich spitzlich zulaufend, drei- bis vierzellig, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 14 bis 18 = 3 bis $3^1/_2$ μ.

In Herden auf der Mycelcruste von *Limacinula samoënsis* v. H. auf den Blättern von *Ficus elastica* schmarotzend. Berggarten von Tjibodas, Java, Februar 1908.

Die Blätter sind oben mit einer dünnen, häutigen, fremden, matten, schwärzlichen Mycelkruste überzogen, auf der der Pilz sitzt. Sein eigenes Mycel ist nur in Form von einzelnen kurzen Hyphen an der Basis der Perithecien entwickelt.

Die Gattung *Zukalia* wurde von Saccardo 1891 (Syll. Fung., IX, p. 431) aufgestellt. Nach seiner Angabe unterscheidet sich die Gattung *Zukalia* von *Meliola* nur durch die hyalinen Sporen. Nun ist *Meliola* eine sehr scharf begrenzte Gattung mit charakteristischem Mycel. Davon ist nun, nach den Diagnosen zu schließen, bei den *Zukalia*-Arten nichts zu bemerken. Schon der Typus der Gattung *Zukalia*, nämlich die erste in derselben aufgeführte Art (*Z. loganiensis* Sacc. et Berl.), hat, sowohl was das Mycel, als was die Form der Sporen anlangt, durchaus nicht den Charakter einer *Meliola* mit hyalinen Sporen. Darnach ist es richtiger zu sagen, daß *Zukalia* ein *Dimerium* mit mehrfach quergeteilten Sporen ist. In diesem Sinne ist die neubeschriebene Art eine *Zukalia* mit schwach entwickeltem Mycel. Sie hat mit *Meliola* nichts zu tun. *Zukalia* und *Meliola* werden von E. Fischer in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam., I, 1., p. 297 zu den Plektascineae-Aspergillaceae gestellt, allein es ist nicht zweifelhaft, daß es Perisporiaceen sind. Sicher sind alle jene Arten dieser beiden Gattungen, welche nicht eiförmige oder rundliche Asci haben, Perisporiaceen, aber bei der sonstigen nahen Verwandtschaft der *Meliola*-Arten miteinander ist auch anzunehmen, daß auch die Arten dieser Gattung mit rundlichen Schläuchen zu den Perisporiaceen gehören.

Die Gattung *Perisporiopsis* P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 83) wird von *Zukalia* kaum verschieden sein.

Obwohl bei *Zukalia parasitans* das Mycel nur sehr wenig entwickelt ist, halte ich den Pilz infolge seiner zähen Perithecien doch eigentlich für eine Capnodiacee, wofür auch der Umstand spricht, daß die Perithecien manchmal dick gestielt sind. Da aber eine Capnodieengattung mit hyalinen, quergeteilten Sporen nicht besteht und es mir wahrscheinlich ist, daß sie schon aufgestellt, aber nicht richtig erkannt ist, so mag der Pilz vorläufig bei *Zukalia* bleiben, um so mehr als mir der Typus dieser Gattung und daher seine richtige Stellung nicht bekannt ist.

369. Über Cryptothecium javanicum Penz. et Sacc.

Diesen in Icon. Fung. Javanic. 1904, p. 1, Taf. I, Fig. 1 beschriebenen und abgebildeten Pilz fand ich am gleichen Standorte und Substrate (*Amomum*-Stengel). Die Autoren geben zwar

Elettaria als Substrat an, allein die so bezeichneten Pflanzen des Waldes von Tjibodas sind lauter *Amomum*-Arten (Monsunia, I, p. 67). Die nähere Untersuchung des Pilzes zeigte mir, daß ein ganz deutliches, 4 μ breites, rundes Ostiolum vorhanden ist, das von radiären Periphysen begrenzt ist, die von oben gesehen eine 10 bis 12 μ breite Scheibe bilden. Die Sporen können nicht als einzellig bezeichnet werden, da das Plasma derselben scharf in meist vier, seltener sechs Teile zerfällt, die durch zellwandartige, schmale Zwischenräume voneinander getrennt sind. Der Pilz ist keine Eurotiee, sondern eine Nectriacee und stellt eine neue schöne *Calonectria* dar, die durch die Einbettung in einen wolligen Hyphenfilz merkwürdig ist; diese Hyphen sind subhyalin bis gelblich- oder grünlichgrau und stark verzweigt und meist feinkörnig rauh, sehr wenig septiert. Sie bilden an den Blattscheiden lineare, gelblich- oder grünlichgraue, filzige Rasen, in denen die Perithecien ganz verborgen sind. Der Pilz muß *Calonectria javanica* (Penz. et Sacc.) v. H. genannt werden. Die Gattung *Cryptothecium* könnte höchstens als Subgenus von *Calonectria* betrachtet werden. Wollte man aber, da wirkliche Sporenquerwände kaum zu sehen sind, die Sporen als einzellig betrachten, so müßte der Pilz *Byssonectria javanica* (P. et S.) v. H. heißen.

370. Treubiomyces n. g. (Nectriaceae).

Pilz ganz oberflächlich. Subiculum dünnhäutig, aus hyalinen Hyphen bestehend, dicht mit flachkegeligen, parenchymatischen Warzen besetzt, die je eine schwarze Borste tragen. Perithecien weichfleischig, blaß, halbkugelig, mit flachem rundlichen Ostiolum, ringsum mit schwarzen Borsten besetzt. Paraphysen fehlen. Asci keulig, bis achtsporig. Sporen hyalin, mauerförmig geteilt.

Eine sehr merkwürdige Form, die offenbar am nächsten mit *Malmeomyces* Starbäck verwandt ist (Bih. till. Kon. sv. vet.-Akad. Handl. 1900, 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 32). Starbäck erwähnt zwar nichts vom Subiculum und sagt, daß ein Ostiolum völlig fehlt. Er hatte jedoch nur spärliches Material zur Verfügung und ist es mir bei der sonstigen auffallenden Ähnlichkeit beider Gattungen wahrscheinlich, daß auch *Malmeo-*

myces ein Ostiolum und Subiculum besitzt. Der Hauptunterschied beider Gattungen dürfte daher auf den Sporen beruhen, die bei *Malmeomyces* nur phragmospor sind. Leider gibt Starbäck die Sporenfarbe nicht an, doch war diese wahrscheinlich hyalin.

Treubiomyces pulcherrimus n. sp.

Subiculum rundliche, 4 bis 5 *mm* breite, sehr zarte, netzig durchbrochene, etwa 5 bis 6 μ dicke, hyaline Häutchen bildend,

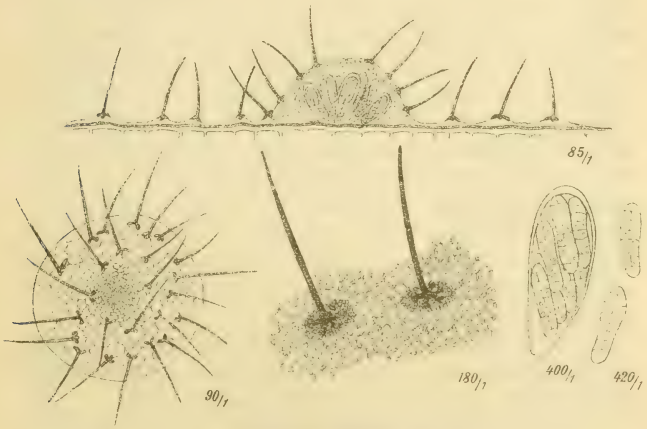


Fig. 1. *Treubiomyces pulcherrimus* v. H.
Querschnitt durch den Pilz; Perithecium von oben gesehen; zwei Borsten, ein Ascus und zwei Sporen.
Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese in Wien.

die aus sehr zartwandigen, 3 bis 6 μ dicken, kurzgliedrigen, viele Öltröpfchen zeigenden Hyphen bestehen, die in einer Schichte liegen und membranartig lockernetzig verwachsen sind. Hyphenglieder häufig etwas bauchig, bis 12 μ lang. Subiculum ziemlich dicht mit aus blaßbräunlichen, ölreichen, zartwandigen, 4 bis 8 μ breiten Parenchymzellen bestehenden, flach kegelförmigen, 40 bis 80 μ breiten, 20 bis 25 μ hohen, allmählich auslaufenden Wärzchen besetzt, die oben je eine aufrechte, steife, spitzliche, einzellige, meist opak schwarze,

120 bis 200 μ lange, unten 8 bis 9 μ, oben 3 bis 4 μ dicke Borste tragen, die an der Basis vier- bis sechsstrahlig unregelmäßig stumpf gelappt ist. Gelappte Basis 32 bis 36 μ breit, schwarzbraun. Perithecien sehr vereinzelt, halbkugelig, mit flacher Basis, weichfleischig, gelblich-fleischfarben, verblassend, bis 300 μ breit, oben mit rundlichem, von strahlig angeordneten Periphysen begrenztem, flachem, etwa 12 μ breitem Ostiolum, ringsum mit 10 bis 20 unregelmäßig verteilten Borsten von gleicher Beschaffenheit wie die des Subiculums besetzt. Perithecienmembran mehrschichtig, aus dünnwandigen, polyedrischen, zusammengepreßten, bis 8 bis 10 μ breiten Zellen bestehend, die um das Ostiolum kleiner und konzentrisch angeordnet sind. Rand der Perithecien allmählich in das Subiculum übergehend. Paraphysen fehlend. Asci rosettig angeordnet, dickkeulig, oben abgerundet, bis achtsporig, nach unten kegelig verschmälert, etwa 60 bis 70 = 25 bis 28 μ, verquellend-dickwandig, Wandung bis 5 μ dick. Sporen zartwandig, mehrreihig, hyalin, zylindrisch-länglich oder etwas keulig, an den Enden stumpflich bis abgerundet, meist mit sieben Querwänden und einer unterbrochenen Längswand, etwa 34 bis 38 = 8 bis 9 μ.

An der Oberseite der Blätter von *Ficus elastica,* inmitten der Mycelkruste von *Limacinula samoënsis* rundliche, helle Flecke bildend. Berggarten von Tjibodas, Java 1908.

Ich habe diese interessante Gattung zu Ehren des Herrn Direktors Dr. Melchior Treub in Buitenzorg in dankbarer Erinnerung an meinen dortigen Aufenthalt 1907 bis 1908 benannt.

Die kegelförmigen Wärzchen am Subiculum können als verkümmerte Perithecienanlagen betrachtet werden. Der Pilz kam an den reichlich gesammelten *Ficus*-Blättern nur sehr spärlich vor und war es mir daher nicht möglich, den Querschnitt des Pilzes zu studieren.

371. Fleischeria sclerotioides (P. Henn.) v. H.

Stromata oberflächlich, einzeln oder zu wenigen in kurzen Reihen auf dem Mittelnerv und den Hauptseitennerven sitzend, knollenförmig-kugelig, mit flacher Basis glatt aufsitzend, matt oder locker feinwarzig, rauh, feinmehlig, lebhaft ockergelb, später

grünlich-ockergelb und braun werdend, hart, 1·5 bis 5 *mm* breit, 1 bis 4 *mm* hoch, anfänglich nur Pycniden führend (*Aschersonia sclerotioides* P. Henn.), später mit Perithecien. Rindengewebe ockergelb, Binnengewebe blaß, an der Basis in der oft mit kleiner Höhlung versehenen Mitte oft fast blutrot. Basalgewebe aus dicht verflochtenen, dünnwandigen, 1·5 bis 2 μ breiten Hyphen bestehend, allmählich in das mit luftführenden Intercellularräumen versehene Binnengewebe übergehend, das aus verflochtenen bis 4 μ dickwandigen, 8 bis 14 μ dicken hyalinen Hyphen besteht, welche in der etwa 50 μ dicken Rinde etwas dünner werden und daselbst durch eine gelbe körnige Substanz inkrustiert sind.

Pycniden eingesenkt, eiförmig, ohne Hals und ohne deutliche eigene Wandung etwa 260 μ hoch und 190 μ breit; Conidienträger dicht parallel stehend, einfachfädig, 30 bis 35 ≃ 1 bis 1·5 μ. Conidien hyalin, spindelförmig, beidendig lang zugespitzt, einzellig, gerade, 9 bis 10 ≃ 1·3 bis 1·5 μ.

Perithecien eingesenkt, eiförmig, mit 180 μ langem, dickem Hals, samt diesem 400 μ hoch, 220 μ breit, mit deutlicher Mündungspapille und eigener farbloser 25 μ dicker aus zarten, zusammengepreßten Hyphen bestehender Wandung, locker stehend, ringsum zerstreut. Paraphysen fehlen. Periphysen im oberen Teil der Perithecien reichlich, stark verschleimend. Asci keulig-zylindrisch, zartwandig, oben abgerundet und wenig verdickt, unten allmählich in einen kurzen Stiel verschmälert, achtsporig, bis 150 ≃ 8 bis 14 μ. Sporen fadenförmig, von Asuslänge, anfänglich parallel im Ascus liegend und 1 μ dick, septiert, mit vielen kleinen Öltröpfchen, dann sich verdickend und verlängernd und schließlich schon im Ascus in 6 bis 7 ≃ 1·5 bis 2 μ dicke länglich-zylindrische oder elliptische Zellen zerfallend.

Auf der Oberseite der Blätter von *Ficus elastica* auf Schildläusen *(Lecanium?)* schmarotzend und diese schon frühzeitig tötend und aufzehrend; im Berggarten von Tjibodas, Java 1908.

Die Stromata zeigen auf den Blättern dieselbe Anordnung wie die Schildläuse. Diese sitzen meist in Reihen auf dem Mittelnerv und vereinzelt auf den Hauptseitennerven. Die röt-

liche, oft fast blutrote Färbung, sowie die Höhlung in der Mitte der Basis des Pilzes rührt offenbar von der befallenen Schildlaus her, die ganz zerstört und in eine krümmelige Masse verwandelt wird.

Ich zweifle nicht, daß *Aschersonia sclerotioides* P. Henn. (Hedwigia, 1902, 41 Bd., p. 146) derselbe Pilz ohne Perithecien ist. Das Rindengewebe ist besonders außen ziemlich locker plektenchymatisch. Die Hyphen scheiden hier reichlich eine gelbe, körnige, in Alkohol unlösliche, in Kalilauge sich mit chromgelber Farbe lösende Substanz aus, von der die Stromata außen feinmehlig werden.

Die Gattung *Fleischeria* unterscheidet sich von *Hypocrella* nur durch die Härte des Stromas. Ähnlich große und geformte Stromata kommen auch bei *Hypocrella* vor, daher liegt in der Form und Größe derselben kein Unterschied. Die Härte des Stromas ist aber nur eine Folge der Dickwandigkeit der Gewebshyphen. Die Pycniden der beiden Gattungen sind, wie der beschriebene Pilz lehrt, auch dieselben. Daher scheint mir die Gattung *Fleischeria* nicht genügend begründet zu sein, was auch aus Petch's Bemerkungen über den Typus der Gattung: *Fleischeria javanica* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. javanic., 1904, p. 59, Taf. 40, Fig. 2) in Ann. Bot. Gard. Peradenyia, 1907, Bd. IV, 2. T., p. 60 hervorgeht, wo er auch die Pyniden beschreibt.

Harte, mehr minder kugelige Stromata sind angegeben bei *Hypocrella guaranitica* Speg. (Sacc., Syll. IX, p. 1002), *Reineckeana* P. Henn. (XIV, p. 654) und *marginalis* P. Henn. (XVII, p. 818). Diese müssen, wenn man die Gattung *Fleischeria* aufrecht erhält, zu ihr gerechnet werden.

372. Über Nectria macrostoma Berk. et Curt.

Nach den Autoren (Journ. Linn. Society 1868, X. Bd., p. 378) sollen die Perithecien durch einen kompakten Filz miteinander verbunden sein und zuletzt ein lang geschnäbeltes Ostiolum haben.

Die Untersuchung des Orginalexemplares zeigte mir aber, daß die Perithecien in einem hervorbrechend oberflächlichen Stroma eingesenkt sind und daß die Ostiola stets flach sind.

Aus dem Stroma erheben sich nun zwischen den Perithecien unreife oder überreife *Stilbum*-artige Conidienträger, welche für Perithecienschnäbel gehalten wurden.

Der Pilz ist daher keine Nektrieae sondern eine Hypocreae und gehört in die Gattung *Stilbocrea* Pat. (Bull. soc. myc. France 1900, XVI. Bd., p. 186, Taf. VII, Fig. 5). Er hat feinkörnig-rauhe Sporen und stimmt nach der Beschreibung vollkommen mit *Stilbocrea Dussii* Patouill. (l. c.) überein.

Der Pilz hat zu heißen *Stilbocrea macrostoma* (B. et C.) v. H. = *St. Dussii* Pat.

373. Über Nectria dolichospora Penz. et Sacc.

Dieser in Icon. Fung. Javan. 1904, p. 45, Taf. XXXI., Fig. 3 beschriebene und abgebildete Pilz ist nach den Orginalangaben nicht zu erkennen. Diese rühren von zwar gut reifen, aber alten Exemplaren her, daher die Autoren die den Perithecien aufsitzenden bereits beschädigten Zotten, ein Hauptmerkmal des Pilzes, gar nicht erwähnen. Meine frischen 1908 am gleichen Standorte und Substrate gesammelten Stücke, die sich, wie der Vergleich mit dem Penzig'schen Original aus dem Wiener Hofmuseum zeigte, als dazu gehörig erwiesen, ermöglichten mir die Richtigstellung der Originalbeschreibung.

Nectria (Neohenningsia) dolichospora P. et S.

Perithecien einzeln oder in kleinen Gruppen, oberflächlich, niedergedrückt kugelig, weichfleischig-häutig, später einsinkend, 300 bis 350 μ breit, aus dem gelblich-fleischfarbenen violett-blutrot und schließlich schwarzrot werdend, unten anfänglich mit 2 bis 3 μ breiten, hyalinen, zarten, später dicker (4 bis 5 μ) und bräunlich oder rötlich werdenden Hyphen die ein Subiculum, das oft undeutlich ist, bilden, besetzt; Perithecien am Umfange mit meist wenigen, aus 3 bis 4 bis zahlreichen verwachsenen Hyphen bestehenden, anfangs farblosen, später gefärbten, flachen, unten breiteren kegelig oben spitz zulaufenden bis 90 bis 120 μ langen, an der Basis 12 bis 50 μ breiten Zotten besetzt. Perithecienmembran aus

dünnwandigen, polygonalen bis 20 μ breiten Zellen bestehend. Ostiolum rund, zirka 20 μ breit. Paraphysen undeutlich, verschleimend. Asci sehr zartwandig, spindelig-keulig, sitzend, achtsporig, 100 bis 120 = 16 μ. Sporen zweireihig, subhyalin, mäßig dünnwandig, stets deutlich zweizellig, länglich, nach beiden stumpflichen Enden fast spindelförmig verschmälert, gerade oder schwach gebogen, an der Querwand nicht eingeschnürt, 31 bis 35 = 6·5 bis 8 μ.

An morschen Blattscheiden von *Amomum* (?) sp., Tjibodas, Java.

Gehört zu jenen *Nectria*-Arten, welche spitze Zotten besitzen, die aus verklebten oder verwachsenen Hyphen bestehen. *Neohenningsia* Koorders (Verhand. koninkl. Akad. Amsterdam 1907, II. Sekt., 13. Teil, Nr. 4, p. 164) ist wie ich am Originalexemplar gesehen habe (siehe diese Fragmente 1909, VII. Mitt., Nr. 293), eine *Nectria* mit Zotten. Es wäre zweckmäßig, alle mit Zotten versehenen *Nectria*-Arten, die ja nahe miteinander verwandt sind und eine natürliche Gruppe bilden, in eine Sektion *(Neohenningsia)* zu vereinigen.

In diese Sektion würden gehören die 13 Arten:

N. suffulta B. et. C. (Sacc., Syll. II, p. 502); *dealbata* B. et Br. (II, 508); *albicans* Starb. (XVI, 577); *leucoloma* Starb. (XVI, 576); *silvana* Mouton (XVI, 576); *Musae* Pat. (XIV, 639); *albofimbriata* Penz. et Sacc. (XIV, 638); *leucotricha* Penz. et Sacc. (XIV, 638); *gigantea* Speg. XVII, 792); *caesariata* Pat. (XVII, 791); *stellulata* (Koord.) v. H., *brasiliensis* (P. Henn.) v. H., *dolichospora* (Penz. et Sacc.).

Die *Nectria dolichospora* sieht je nach dem Alter sehr verschieden aus.

374. Scolecopeltopsis transiens n. sp.

Fruchtkörper blattunterseits, zerstreut, schwarz, schwach glänzend mit Stich ins dunkelblaue, schmal weißlich berandet, flach schildförmig, trocken etwas runzelig, bis 600 μ breit, aus einem niedergedrückt kugeligen, 200 μ breiten, 100 μ hohen, oben kohlig-opak-derbwandigen, unten hyalinen und dünnwandigen, mit rundlichem, 8 bis 10 μ breitem Ostiolum versehenen Perithecium bestehend, das oben ringsum in einen

kreisförmigen, 200 μ breiten, schwarzen, nach außen allmählich dünner und schwarzblaugrün werdenden und am Rande in eine hyaline, sehr zarte Membran übergehenden Flügel verbreitert ist. Hyaliner Randsaum bis 80 μ breit, aus sehr zarten Hyphen bestehend.

Gewebe oben in der Mitte fast opak, kohlig-brüchig, gegen den Rand häutig, aus dicht verwachsenen 1 bis 2 μ breiten Hyphen bestehend, die eine fast meandrische Zellstruktur erzeugen. Flügel der Epidermis dicht anliegend. Asci zahlreich, sitzend, spindelig-keulig, oben derbwandig, abgerundet, kurz zylindrisch vorgezogen, unten kegelig zulaufend bis 80 = 20 μ. Pseudoparaphysen zahlreich, dünnwandig faltig, schlauchförmig, einzellig, die Asci überragend, bis über 12 μ breit. Sporen zu acht, zwei- bis dreireihig im Ascus, anfänglich länglich-keulig, später mehr zylindrisch, hyalin, an den Enden abgerundet oder spitzlich, zuletzt sechs- bis achtzellig, an den Querwänden eingeschnürt und leicht in die Glieder zerfallend, bis über 40 = 6 μ groß. Jod gibt nirgends Blaufärbung.

An der Unterseite lebender Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java, 1908; auf beiden Blattseiten von *Payena* sp. in Depok, Java 1900, leg. Raciborski.

Man findet die Perithecien oft scheinbar reif und sind dann die Sporen nur 20 bis 28 = 5 bis 6 μ groß und mehr keulig, mit 2 bis 5 Querwänden; auch sind dann die Asci nur bis 60 = 16 μ groß.

Echte Paraphysen fehlen wie bei *Scolecopeltopsis aeruginea* (Zim.) v. H. (siehe diese Fragmente 1909, VI. Mitteilung, Nr. 218) völlig; hingegen kommen bei beiden Arten zwischen den fruchtbaren Asci zahlreiche leere, dünnwandige, faltige Asci vor, welche eine Art von Pseudoparaphysen darstellen und eine eigene Bezeichnung (Schlauchparaphysen) verdienen. Stellenweise sind sie reichlich vorhanden, stellenweise fehlen sie.

Während *Scolecopeltopsis aeruginea* eine ganz typische, hellgefärbte weichfleischige Hypocreacee ist, ist die hier beschriebene Art oben kohlig-brüchig und nur unten weich. Sie bildet daher einen Übergang zu den Sphaeriaceen. Doch stimmt sie, wie mir der mikroskopische Vergleich zeigte, in allen übrigen Merkmalen so gut mit dem Typus der Gattung

überein, daß ich eine generische Abtrennung nicht für zweckmäßig erachte, um so weniger als ich den Typus der Gattung *Scolecopeltis* Speg., nämlich *Sc. tropicalis* Speg. (Sacc., Syll. IX, p. 1072) nicht kenne und es mir nun höchst wahrscheinlich ist, daß *Scolecopeltis* Speg. auch keine Microthyriacee sein wird, sondern eine Sphaeriacee von ähnlichem Baue wie *Scolecopeltopsis*. Da man, ohne den Medianschnitt gesehen zu haben, nicht wissen kann, ob ein schildförmiger Pyrenomycet wirklich eine Microthyriacee ist, so ist die Stellung von *Scolecopeltis* Speg. eine durchaus unsichere, da Spegazzini den Querschnitt gewiß nicht studiert hat.

Die Beschreibungen der meisten *Scolecopeltis*-Arten zeigen so viele mit *Scolecopeltopsis transiens* gemeinsame Züge, daß es mir kaum zweifelhaft ist, daß dieselben keine Microthyriaceen sein werden.

Es ist kein Zweifel, daß es dreierlei Pyrenomyceten gibt, die äußerlich Microthyriaceen-artig aussehen. Sie verteilen sich in die drei Gruppen der Microthyriaceen, Hypocreaceen und Sphaeriaceen.

Es gibt auch eine Reihe von *Micropeltis*-Arten, deren Gehäuse als mehr weniger blaugrün beschrieben werden. Es sind dies: *M. viridatra* Wint. (Sacc., Syll. IX, 1071); *aeruginosa* Winter (IX, 1069); *Xanthoxyli* Rehm. (XVI, 642); *coerulescens* Rehm. (XVI, 643); *serica* Rehm. (XVI, 643); *immarginata* Rehm. (XVI, 644).

Es ist mir wahrscheinlich, daß diese Arten keine Microthyriaceen sind.

Von *Micropeltis aeruginosa* Winter ist anzunehmen, daß sie der *Scolecopeltopsis aeruginea* (Zim.) v. H. zum mindesten sehr nahe steht.

375. Über **Heteronectria spirillospora** Penz. et Sacc.

Diese in Icon. Fung. javanic. 1904, p. 40, Taf. 28, Fig. 2 beschriebene neue Gattung und Art muß völlig gestrichen werden, da mir das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum zeigte, daß der Pilz ganz typisch *Lasiosphaeria ovina* (P.) ist. Die Autoren geben an, daß die Perithecien frisch rötlich sind. Dies kommt auch bei den europäischen Exemplaren

des Pilzes vor, die auch einen olivengrüngelblichen Nucleus haben. Der kleiig-filzige Überzug läßt nur die schwarze Mündungspapille der Perithecien frei und fällt an sehr feuchtgewachsenen Exemplaren leicht ab.

Der Pilz ist in Europa und Nordamerika häufig, wird auch aus Australien angegeben und kommt an morschen Palmenstämmen auch im südlichen Brasilien vor (Denkschrift. math.-naturw. Kl., Akad. d. Wiss., Wien 1907, 83. Bd., p. 23).

376. Über Melanopsamma patellata Penz. et Sacc.

Von diesem in Icon. Fung. Javanic. 1904, p. 13, Taf. X, Fig. 2 beschriebenen Pilze untersuchte ich das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum.

Die 400 bis 450 μ breiten und etwas höheren Perithecien stehen oberflächlich in kleinen Rasen auf einem dünnen, kleinen, der Epidermis aufsitzenden Stroma, das sich aus einem unter der Epidermis eingewachsenen, etwa 40 μ dicken, durch die Spaltöffnungen hervortretenden Stroma entwickelt.

Die Perithecien sind fast kugelig, haben eine derbe, violettrotbraune, aus vielen Lagen von ziemlich großen zusammengepreßten Parenchymzellen bestehende Membran von fleischigledriger Konsistenz, welche in Färbung, Konsistenz und Bau ganz mit der der größeren *Ceratostomella*-Arten übereinstimmt. Oben zeigen die Perithecien, welche schließlich zum Teile tief schüsselförmig einsinken, einen spitzen, etwa 100 μ breiten und 50 μ hohen, gut abgesetzten Mündungskegel, der fast prosenchymatisch gebaut ist und oben ein 20 bis 25 μ breites rundes Ostiolum hat. Zwischen diesen Perithecien sitzen nun meist vereinzelt wenig verbogene, bis 1100 μ lange, unten bis 160 μ, oben bis 36 μ dicke schwarze Borsten, die oben mit einem Büschel von violettbraunen, 4 μ dicken, kurzen Hyphen endigen und aus zahlreichen parallelen Hyphen bestehen. Diese Borsten sitzen einzeln auf fast halbkugeligen schwarzen, stromaartigen, kleinen Gewebskörpern, welche nichts anderes als unentwickelt gebliebene Perithecien sind.

Diese rudimentären Perithecien finden sich vereinzelt zwischen den voll entwickelten und bilden oben einen langen Schnabel aus, der in Form der beschriebenen Borsten erscheint.

Der Pilz hat daher die besondere Eigentümlichkeit, daß die voll entwickelten Perithecien nur einen kegelförmigen Schnabel ausbilden, während die rudimentären einen langen Schnabel zeigen, der in Form von dicken Borsten erscheint. Es handelt sich also um eine Ceratostomee mit kurzem Schnabel, der nur bei rudimentären Perithecien lang wird und offenbar eine andere, biologische, Funktion erhält.

Mit diesen Tatsachen stimmt nun der Bau des Nucleus völlig überein. Derselbe ist ganz so wie bei den Ceratostomeen.

Die Asci sind samt dem 45 = 3 bis 4 μ großen Stiel etwa 135 = 20 μ groß, sehr zartwandig, achtsporig; der sporenführende Teil ist spindelig-keulig, oben stumpflich. Pseudoparaphysen sind vorhanden.

Die Sporen sind länglich, manchmal mehr zylindrisch, oft mehr spindelförmig, gerade oder schwach gekrümmt, mit körnig-blasigem, reichlichem Plasmainhalt, lange einzellig bleibend, zuletzt aber oft eine zarte Querwand aufweisend, 25 bis 32 = 8 μ. Die ziemlich derbe Membran scheint schließlich sehr feinkörnig rauh zu werden.

Vergleicht man diese Angaben mit jenen der Originalbeschreibung, so erkennt man die Unterschiede.

Der Pilz ist eine eigentümliche *Lentomita* und muß *L. patellata* (P. et S.) v. H. genannt werden.

Mit *Melanopsamma* hat derselbe nichts zu tun.

377. Über Pterydiospora javanica Penz. et Sacc.

Von diesem in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 13, Taf. X, Fig. 3, beschriebenen und abgebildeten Pilze sagen die Autoren, daß er mit *Melanopsamma* verwandt ist.

Die Untersuchung des Originalexemplares des Wiener Hofmuseums zeigte mir, daß derselbe ganz dieselbe Wachstumsweise besitzt, wie *Leptosphaeria (Astrosphaeria) Trochus* (P. et S.) v. H. und *Anthostomella (Astrocystis) mirabilis* (B. et Br.) v. H. (siehe diese Fragmente 1909, VI. Mitt., Nr. 225). Er entwickelt sich nämlich wie diese beiden Arten unter der Epidermis von Bambusrohr, bricht dann bauchig-kegelig hervor und ist schließlich von den Epidermislappen an der Basis umgeben. Die Asci sind lang keulig-zylindrisch, bis über 200 μ

lang und 12 bis 14 μ dick. Sie sind von zahlreichen 1 μ dicken, oben netzig-verzweigten Paraphysen umgeben. Die acht hyalinen, zweizelligen Sporen liegen zwei- bis dreireihig im Ascus, sind länglich, 32 bis 34 = 8 μ. Die obere Zelle derselben ist fast um die Hälfte länger und etwas breiter als die untere. Die ganze Spore ist von einer dünnen, festen, scharf begrenzten Schleimhülle umgeben, die am unteren Ende einen länglichen etwa 12 μ langen und 8 bis 10 μ breiten flügelartigen Fortsatz bildet. Jod gibt nirgends Blaufärbung.

Der Pilz hat mit *Melanopsamma* nichts zu tun. Er ist hingegen mit *Didymella* und *Massarinula* verwandt. Er kann als eine *Massarinula* mit unten vorgezogener Sporenschleimhülle angesehen werden und hat meiner Ansicht nach nur die Berechtigung einer Untergattung von *Massarinula*, die sich zu dieser Gattung so verhält wie *Astrosphaeria* und *Astrocystis* zu *Leptosphaeria* und *Anthostomella*.

Massarinula appendiculata Tassi (Sacc., Syll., XVI, p. 483) hat auch eine die Sporen überziehende Schleimschichte, die aber an beiden Sporenenden konisch vorgezogen ist.

Bei dieser Gelegenheit fand ich, daß *Massarinula Barbieri* (West.) Rehm. (Ann. myc. 1904, II. Bd., p. 520), gleich *Didymella Barbieri* (W.) Sacc. (Syll. Fung. I, p. 547), nach dem Exemplar in Fungi gallici Nr. 7024 identisch ist mit *Metasphaeria Callunae* Fautr., dessen Original in F. gall. Nr. 6948 ausgegeben ist.

Massarinula Barbieri (W.) R. hat keulige, kurzknopfig gestielte, derbwandige, oben abgerundete, 60 bis 80 = 13 bis 14 μ große Asci, die von vielen fädigen Paraphysen umgeben sind. Die zu acht zweireihig stehenden Sporen variieren in Form und Größe sehr. Gut entwickelte Sporen sind aber fast spindelig und bikonisch, mit stumpflichen Enden, 17 bis 18 = 5 bis 6 μ. Sie zeigen nur eine deutliche Querwand in der Mitte, aber das Plasma der beiden Zellen ist zweiteilig.

Der Pilz ist keine *Massarinula*, sondern eine *Metasphaeria*, die der *Metasphaeria sepincola* (B. et Br.) Sacc. (Syll. IX, p. 836) so nahe steht, daß ich sie nur als Varietät derselben gelten lassen kann, die daher als *Metasphaeria sepincola* (B. et Br.) Sacc. var. *Barbieri* (West.) v. H. zu bezeichnen ist. Bekanntlich

ist *M. sepincola* eine sehr verbreitete, auf zahlreichen Pflanzen vorkommende, sehr variable Art (s. Berlese, Icon. Fung., I, p. 132).

Massarinula Barbieri (W.) Rehm. f. *subalpina* Rehm. ist nach dem Originalexemplar in Rehm., Ascomyc. Nr. 1570, vielleicht nach einer Kümmerform eines anderen Pyrenomyceten beschrieben, denn ich finde unreife, stark konisch vorragende Perithecien, die kaum hierher gehören.

378. Bombardiella n. g. (Sordariaceae).

Perithecien meist rasig, einem dünnen, blassen, oberflächlichen Hypostroma aufsitzend, schwarz, kahl, weich, fleischig-häutig, mit großem Ostiolum; Perithecienmembran dick, mit einer mittleren hyalinen und dunklen Grenzschichte, aus vielen Lagen schmaler, längsgereihter Zellen bestehend. Paraphysen fädig. Asci zylindrisch, dünnwandig. Sporen hyalin, fädig, vielzellig.

Die Gattung ist durch den Bau der Perithecienmembran, der sehr an den von *Bombardia* (siehe diese Fragmente, 1907, III. Mitt., Nr. 117) erinnert, ausgezeichnet. *Bombardia* ist jedenfalls damit verwandt. Indessen weichen die Sporen von denen der übrigen Sordariaceen weit ab. Eine verwandte Gattung ist möglicherweise *Bombardiastrum* Pat. (Bull. soc. Myc. France, 1893, IX. Bd., p. 153); doch wird bei dieser Gattung über den Bau der Perithecienmembran keine nähere Angabe gemacht. Als Hypocreacee kann ich *Bombardiella* trotz der fleischighäutigen Perithecien nicht ansehen.

Bombardiella caespitosa n. sp.

Perithecien zu wenigen rasig; Rasen meist länglich und in Längsreihen stehend, auf einem kleinzellig plektenchymatischen, weichen, blassen, 20 bis 30 μ dicken, oberflächlichen Hypothallus sitzend, fleischig-zähhäutig, weich, schwarz, glatt und kahl, kugelig, stark schüsselförmig einsinkend, 400 bis 450 μ breit und hoch. Peritheciummembran unten 35 bis 60 μ dick, nach oben allmählich bis über 130 μ dick, daselbst von dem 45 bis 52 μ breiten runden Ostiolum durchbrochen, drei-

schichtig, jede Schichte aus zahlreichen Lagen von kleinen, gestreckten, flachgepreßten Zellen zusammengesetzt; Mittelschichte hyalin oder blaß, bis über 30 μ dick, Außenschichte durchscheinend violettbraun, etwa 12 μ dick, aus dünnwandigen, meist in Längsreihen stehenden bis 10 ≈ 5 bis 6 μ großen Zellen bestehend, Innenschichte schwarzbraun, aus 3 bis 4 μ breiten, längsgestreckten Zellen zusammengesetzt. Paraphysen zahlreich, sehr zartwandig, einzellig, mit kleinen Öltröpfchen, schlaff, 3 bis 6 μ breit. Asci zylindrisch-keulig, oben abgerundet und unter der Spitze mit eingelagertem glänzenden Kerne, zartwandig, nach unten kegelig verschmälert, ohne Stiel, 136 bis 170 ≈ 12 bis 16 μ. Sporen zu acht, parallel im Ascus, zylindrisch-fadenförmig, nach beiden Enden verschmälert und spitz, oben oft wenig breiter, mit glänzendem homogenen Inhalt und zirka 14 bis 15 Querwänden, hyalin oder etwas gelblich, 120 bis 124 ≈ 3·5 bis 4·5 μ.

An morschen Stengeln vom *Amomum* sp. im Wald von Tjibodas, Java 1908.

Die Verwandtschaft dieser durch seine eigenartige Perithecienmembran ausgezeichneten Form ist nicht ganz klar, doch dürfte sie am besten neben *Bombardia* Fries (= *Podospora* Cesati) bei den Sordariaceen untergebracht werden. Die Mittelschichte der Perithecienmembran ist namentlich oben stark entwickelt und löst sich die schwarzbraune Innenschichte von derselben leicht ab, ganz so wie bei *Bombardia*. Das Gewebe der Peritheciummembran ist undeutlich kleinzellig und nicht leicht gut zu erkennen. Der Aufbau derselben ist nach obenhin fast faserig.

379. Über Limacinula samoënsis v. H.

Diesen von mir nach spärlichem Material von den Samoainseln im wesentlichen richtig, aber unvollständig beschriebenen Pilz (s. diese Fragmente 1907, III. Mitt., Nr. 102) habe ich vortrefflich entwickelt und in Menge auf den Blättern von *Ficus elastica* im Berggarten von Tjibodas auf Java 1908 gefunden. An diesem reichen Materiale habe ich mich davon überzeugt, daß die beschriebene *Antennaria*-Form, welche wahrscheinlich

identisch ist mit *Torula Lechleriana* Sacc. (Michelia, I., p. 131, Fung. italici, Taf. 947), ohne Zweifel als Conidienpilz zur *Limacinula* gehört. Nur die als »Haupthyphen« beschriebenen Hyphen habe ich am javanischen Materiale nicht angetroffen; sie gehören daher nicht dazu.

Der Pilz überzieht oft die ganze Blattoberseite mit einer rauchbraunen bis schwärzlichen, locker gebauten Mycelhaut, die zumeist nur 15 bis 40 μ dick ist und aus dünnwandigen blaß oliven-graubräunlichen Hyphen besteht, deren Glieder länglich, elliptisch oder selten fast kugelig sind, sich ziemlich leicht voneinander trennen, mit einer stark lichtbrechenden öligen Substanz ganz erfüllt, 5 bis 16 μ lang und 6 bis 8 μ dick sind. An diesen Hyphen sitzen zerstreut *Triposporium*-Conidien. Diese sind drei- bis sechsstrahlig, bis 80 μ breit; die einzelnen spitz zulaufenden Strahlen sind drei- bis sechszellig, dünnwandig, bräunlich und 32 bis 50 = 6 μ groß. Nur in diesem Hyphengewebe sitzen die Perithecien herdenweise oder zerstreut. Dieselben sind kreisrund, 220 bis 300 μ breit, bis 220 μ hoch, unten über halbkugelig, oben flach, trocken, meist fast schüsselförmig einsinkend. Oben zeigt sich eine papillenartige 70 bis 80 μ breite rundliche Mündungsscheibe, die aus parallelen senkrechtstehenden 2 μ breiten, stumpf endenden, olivenbräunlichen Hyphen besteht und in der Mitte das mit Periphysen versehene etwa 25 μ breite Ostiolum zeigt.

Dieses ist von oben nur undeutlich zu sehen, tritt aber an Medianschnitten deutlich hervor (siehe die Taf. I). Die Hyphen des Subiculums reichen bis zur Mitte der Perithecien hinauf, welche die Blattepidermis nicht berühren. Die Peritheciemembran ist überall fast gleich (40 bis 50 μ) dick und besteht aus etwa acht Lagen von dünnwandigen, anscheinend leeren Parenchymzellen, deren äußere rundlich-polyedrisch, größer (bis 12 μ) und offen sind, während die inneren kleiner und flachgepreßt sind. Die Perithecien erscheinen makroskopisch matt schwarz, ihr Gewebe ist olivenbraun. Paraphysen fehlen. Die Asci sind schleimig-dickwandig, oben abgerundet, unten kegelig zulaufend, dickkeulig, 70 = 33 μ, später sich streckend und schmäler werdend. Die Sporen stehen zwei- bis dreireihig zu acht, sind hyalin, zuletzt blaß bräunlich, länglich-keulig, gerade

oder schwach gekrümmt, an den Enden abgerundet oder spitzlich, 24 bis 44 = 8 bis 16 μ. Sie zeigen 5 bis 8 Quer- und eine unterbrochene Längswand, sind zartwandig, anfangs ölreich und an den Querwänden nicht eingeschnürt.

Stellenweise geht nun dieses perithecienbildende, dünne und zarte Gewebe ganz allmählich in das stärker entwickelte pycnidenbildende Hyphengewebe über. Dieses besteht aus aufstrebenden, einen schwarzen lockeren Filz oder Samt bildenden, derbwandigen, nicht zerfallenden, 4 bis 8 (meist 5 bis 7) μ dicken, durch dünne Querwände in 8 bis 13 μ lange Zellen mit homogenem Inhalt geteilten Hyphen, die unregelmäßig lang verzweigt, verbogen und ziemlich steif sind. An diesen sitzen hie und da dunkelbraune, meist eibirnförmige, etwa 50 μ hohe und 25 μ dicke Pycniden, die kleine, hyaline, längliche Spermatien enthalten. Sie sind, entsprechend den derberen Hyphen, auf denen sie sich entwickeln, zähhäutiger als die Perithecien. Die pycnidenbildenden Hyphen gehen nun stellenweise allmählich in die *Antennaria*-Hyphen über. Diese bilden nun hie und da 1 bis 2 *mm* dicke schwarze, wabig durchbrochene, schwammige Krusten, welche aus abwechselnd verzweigten, torulösen, aus bis 20 μ langen und breiten, fast kugeligen oder tonnenförmigen, gegen die Enden der Zweige allmählich kleiner (bis 6 μ) werdenden dunkelbraunen, oft körnig-feinwarzigen Zellen bestehenden Hyphen zusammengesetzt sind.

Der Pilz zeigt daher dreierlei sehr verschieden gebautes Mycel, dessen Zusammengehörigkeit nicht ohneweiters erkannt werden kann.

Dem Baue nach würden die pycnidenbildenden Hyphen samt der *Antennaria*-Form in die Gattung *Antennaria* Link 1809 gehören. Diese stellt jedoch nur eine Nebenfruchtform mit Conidien und Pycniden vor. Der Typus dieser Gattung ist *Antennaria ericophila* Link (Schrader, Neues Journ. Bot. 1809, p. 16). Die Beschreibung und Abbildung (l. c., f. 27 *a, b*) desselben sind jedoch so unvollkommen, daß sich darnach über die wahre Stellung des Pilzes gar nichts sagen läßt.

Allein der Pilz wurde 1907 von F. W. Neger in den Macchien Andalusiens, wo derselbe sehr häufig ist, wieder-

gefunden. Derselbe fand nicht nur die von Link beschriebene *Antennaria*-Form, sondern auch die Perithecienform. Letztere kommt nach Neger nur in den tieferen Lagen (200 bis 400 *m* ü. M.) an den dünnsten Zweigen der *Erica arborea* vor, in den höheren Lagen (600 bis 700 *m* ü. M.) werden Perithecien nicht mehr entwickelt, es entsteht hier nur mehr die *Antennaria*-Form. Diese zwei Formen sind voneinander ganz verschieden, allein Neger hat alle Übergänge zwischen beiden gefunden, so daß an der Zusammengehörigkeit derselben nicht zu zweifeln ist (Centralbl. f. Bact. Parasit. Kde., II. Abt., 1907, XX. Bd., p. 94).

Meine Vermutung, daß die Perithecienform der *Antennaria cricophila* Link, über welche Neger einige Angaben machte, mit *Coleroa Straussii* (Sacc. et R.) v. H. (siehe diese Fragmente 1907, III. Mitt., Nr. 115, p. 112) identisch sein werde, hat die Untersuchung eines Exemplares derselben, das ich der Güte des Herrn Neger verdanke, vollkommen bestätigt.

Wenn daher Neger's Beobachtungen richtig sind, und daran ist kaum zu zweifeln, so sind *Antennaria cricophila* Link und *Coleroa Straussii* (S. et R.) v. H. nur verschiedene Entwicklungszustände desselben Pilzes.

Bei dem Umstande nun, daß bei den bisher beschriebenen *Coleroa*-Arten ein *Antennaria*-Stadium nicht bekannt ist, war es von Wichtigkeit festzustellen, ob *Coleroa Straussii* eine echte *Coleroa* ist, also neben den in diesen Fragmenten Nr. 115 erwähnten Merkmalen auch ein subepidermales Stroma und ein deutliches Ostiolum besitzt. Die genaue Untersuchung hat nun gezeigt, daß beides der Fall ist. Das hypodermale Stroma ist an der Basis der Blüten und in der anliegenden Stammrinde oft sehr stark entwickelt; durch die Stomata treten vom Stroma ausgehend braune Hyphen nach außen, bilden hier ein der Epidermis fest anliegendes äußeres Stroma, auf welchem die Perithecien oberflächlich entstehen. Letztere haben im reifen Zustande ein scharf begrenztes rundliches, 25 bis 30 μ breites Ostiolum.

Daher ist *Antennaria* Link 1809 = *Gibbera* Fries 1849 = *Coleroa* Rabenh. 1851 = *Venturia* Sacc. pro parte.

Später wurden in diese Gattung eine Menge von Arten gestellt, meist ganz unvollkommen bekannte Pilze zweifelhafter Stellung. *Antennaria scoriadea* Berk. scheint nach dem Exemplare in Rehm., Ascomyc. Nr. 1574, eher ein eigentümliches *Helminthosporium* mit bis 160 = 16 μ großen, schwarzbraunen, bis 16zelligen Conidien zu sein. Davon scheint mir der von Neger (Centralbl. f. Bacter. u. Parasit., 1895, II. Abt., I. Bd., p. 536, Taf. IV) mit Zweifeln als *Antennaria scoriadea* Berk. beschriebene und abgebildete Pilz völlig verschieden zu sein. Es dürfte eher ein *Capnodium* mit braunen quergeteilten Sporen sein.

Auch die bekannte *Antennaria pinophila* Nees (nicht *pithyophila*, wie in Sacc., Syll. I, p. 80 steht), welche offenbar identisch mit *Apiosporium pinophilum* Fuckel (Symb. myc., p. 87) ist, gehört nicht in die Gattung *Antennaria*, da die offenbar dazu gehörigen Pycniden, die man auf den Tannennadeln findet, flach und radiär gebaut sind. Im Innern derselben findet man dicht parallel stehende senkrechte Reihen von hyalinen Zellen, welche vielleicht Conidien sind, sich aber schwer voneinander trennen. Fuckel fand angeblich große, kugelige, vielsporige Asci. Der Pilz dürfte eine Microthyriacee mit einer *Torula*-Nebenfruchtform sein.

Der Gattungsname *Antennaria* Link ist, wie schon längst bekannt, unbrauchbar, da die noch gültige Kompositengattung *Antennaria* Gärtn. 1791 älteren Datums ist. Daher wurde der Name schon 1828 von Reichenbach in *Antennularia* umgeändert, ein Name, der noch heute zu Recht besteht, da die gleichlautende tierische Gattung nach den geltenden Nomenklaturregeln außer Berücksichtigung steht.

Später wurden für *Antennaria* noch andere Namen substituiert, worüber sich in L. Pfeiffer, Nomenclator botanicus, I, p. 206 Bemerkungen finden.

Die Pilzgattung *Antennaria* hat daher künftighin *Antennularia* Reichb. zu heißen.

Die Capnodieen Sacc. (Syll. I, p. 73), zu welchen bisher mit Unrecht *Antennularia* gestellt wurde, sind eine sehr natürliche Gruppe von Ascomyceten, welche sich den Peri-

sporiaceen anschließen, deren Charakteristik indessen bei Saccardo eine unglückliche ist.

Saccardo sagt, daß bei denselben die Perithecien senkrecht verlängert, einfach oder verzweigt, keulig oder zylindrisch sind.

Allein schon der Typus der Familie *Capnodium salicinum* Mont. zeigt, daß dies nicht richtig ist. Dieses hat nach Tulasnes (Select. Fung., II. Bd., p. 279, Taf. 34) ausführlicher Beschreibung und schöner Abbildung rundliche Perithecien, die allerdings häufig auf einem dicken Stiel sitzen, aber auch ungestielt vorkommen.

Bei *Capnodium Tiliae* Fuckel sitzen die kugeligen Perithecien immer ungestielt auf.

Daher müssen die Capnodieen anders charakterisiert werden.

Sie sind ausgezeichnet durch das oberflächliche Wachstum, die reiche Entwicklung eines braunen Mycels, welches sehr verschieden gestaltete Conidienbildungen (*Torula*, *Triposporium*, *Helminthosporium* usw.) besitzt, durch die Bildung von oft mehreren Arten von charakteristisch gestalteten Pycniden, die oft vertikal gestreckt sind und durch eigentümlich beschaffene Perithecien. Diese sind kugelig und oft etwas vertikal gestreckt, sitzend oder dick, kürzer oder länger gestielt, niemals kohlig oder brüchig, sondern zähhäutig, feucht knorpelig, trocken hornig.

Der Nucleus derselben ist durch starke Verschleimung der Paraphysen knorpelig-gelatinös. Die Asci sind meist dickwandig, keulig und gestielt und werden bei der Reife durch die Quellung des Nucleus meist herausgepreßt, wobei die oben dünnerwandigen Perithecien lappig aufreißen. Ein ausgesprochenes Ostiolum fehlt stets. Die Zellen des Mycels sind wenigstens anfänglich reich an Öl.

Die Capnodieen haben (sowie *Antennularia ericophila* [Link]) die Eigentümlichkeit, unter Umständen nur, und zwar sehr reichlich Conidienbildungen verschiedener Art zu erzeugen. Zu denselben werden heute neben *Antennularia* die Gattungen *Capnodium*, *Capnodiella*, *Capnodaria*, *Scorias*, *Capnodiopsis*, *Seuratia*, *Limacinia* und *Limacinula* gerechnet.

Von diesen Gattungen sind *Antennularia*, *Seuratia* und *Limacinula* auszuschließen; *Antennularia* ist nach dem oben Gesagten gleich *Coleroa* Rbh.; *Seuratia* ist, wie ich gefunden habe (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt. und M. Treub's Festschrift), gleich *Atichia* und ein Saccharomycet. *Limacinula* gehört (siehe weiter unten) zu den Naetrocymbeen. Von den bei den Capnodien bleibenden Gattungen sind *Capnodiella* Sacc. und *Capnodiopsis* P. Henn. einander nahe verwandt und durch einzellige, hyaline oder gefärbte, kugelige Sporen ausgezeichnet.

Bei *Capnodiella* Sacc. (= *Sorica* Giessenh.) faßt Giessenhagen (Bericht. deutsch. bot. Ges. 1904, XXII, p. 191 und 352) den Stiel der Perithecien als einfaches Stroma auf und vergleicht er den Pilz mit *Xylaria*. Daher Saccardo (Syll. XVII, p. 621) nun *Capnodiella* zu den Sphaeriaceen in die Nähe der Xylarieen bringt. Allein fast alle echten Capnodieen haben manchmal gestielte Perithecien und liegt die Verwandtschaft von *Capnodiella* offenbar bei den Capnodieen und nicht bei den Xylarieen. Wollte man den Perithecienstiel als wirkliches Stroma auffassen und auf ihn ein so großes Gewicht legen, so müßte man auch die Arten der Gattungen *Pleurostoma*, *Nitschkea*, *Fracchiaea* mit gestielten Perithecien von den übrigen trennen und müßte man auch die Stiele so vieler Discomyceten als Stromata auffassen.

Capnodaria Sacc. (Syll., I., p. 74), auf *Fumago Tiliae* Fuckel (Symb. myc., p. 142) gegründet, hat nach dem Originalexemplar (Fung. rhen., Nr. 2061) sitzende kugelige Perithecien und nicht bloß (wie Fuckel angibt) 16sporige, sondern daneben auch achtsporige Schläuche. Die braunen Sporen sind meist mit drei Quersepten versehen, sehr selten ist eine mittlere Zelle mit einer Längswand versehen. *Capnodaria* scheint sich von *Limacinia* wesentlich nur durch die zum Teile 16sporigen Asci zu unterscheiden.

Der Typus der Gattung *Limacinia* Neger ist *L. fernandeziana*. Die Art hat braune, nur quergeteilte Sporen (Johow, Flora de Juan Fernandez, Santiago de Chile 1896, p. 190). Neger macht zwar keine Angabe über die Konsistenz der Perithecien, ich zweifle jedoch nicht daran, daß sie knorpelig-

gelatinös sind, um so mehr als ich in *Apiosporium Rehmii* Syd. einen Pilz kennen lernte, der sicher ganz nahe mit *Limacinia fernandeziana* Neg. verwandt, ja vielleicht damit identisch ist und der zähknorpelige Perithecien besitzt.

Ich halte daher *Limacinia* für eine echte Capnodiee. Ob aber die vielen von Saccardo in diese Gattung gestellten Arten alle dazugehören, ist mehr als zweifelhaft; jene, welche hyaline oder mauerförmig geteilte Sporen haben, gehören sicher in andere Gattungen. Zu den Capnodieen gehören auch sicher viele jetzt in verschiedenen Perisporiaceengattungen stehende Arten, welche, ließe sich nur durch Untersuchung der Originalexemplare entscheiden.

Mit den Capnodieen geht nun parallel eine zweite Gruppe von Pilzen, welche, was das Mycel, die Conidienbildungen und die runden Pycniden anlangt, mit denselben fast völlig übereinstimmen, die aber durch den Bau der Perithecien davon ganz verschieden sind. Diese sind niemals knorpelig-zähe, sondern häutig und weich, kugelig oder flachkugelig. Die Perithecienmembran besteht aus mehreren Schichten von dünnwandigen leeren und offenen Zellen. Das Ostiolum ist wohl entwickelt. Paraphysen fehlen (bisher). Ebenso fehlen die langgestreckten Pycniden. In diese Familie gehören sicher die beiden Gattungen *Naetrocymbe* Körb. und *Limacinula* Sacc. und gewiß viele jetzt als Perisporiaceen beschriebene Arten.

Ich nenne diese Familie: Naetrocymbeen.

Den Typus der Gattung *Limacinula* Sacc. (1905 als Subgenus), (welche von *Zukaliopsis* P. Henn (1904) kaum verschieden sein wird), nämlich *Limacinula javanica* Zimm. (Zentralbl. f. Bakter. Parasit.-Kde. 1902, II. Abt., 8. Bd., p. 151) kenne ich nicht, allein es ist mir nicht zweifelhaft, daß die *Limacinula samoënsis* v. H. damit ganz nahe verwandt ist.

Zimmermann erwähnt zwar nicht die pycnidenbildenden und die *Antennularia*-Hyphen des Pilzes; er hat den Zusammenhang derselben mit den Perithecienhyphen entweder nicht erkannt oder sie waren an seinen Exemplaren

nicht entwickelt, wie ich es an meinem reichen Material an vielen Blättern sehen konnte. Zimmermann spricht von einer kurzen Mündungspapille, es war also jedenfalls ein Ostiolum vorhanden, das er nicht näher studiert hat. Dieses bei meinem Pilze wohl entwickelte Ostiolum zeigt (s. Tafel I), daß es sich um eine eigentümliche Sphaeriacee handelt, dessen Mycel *Antennularia*-artig entwickelt ist.

Daß es solche Sphaeriaceen gibt, beweist die *Antennularia ericophila* (Link) Rchb. nach den obigen Auseinandersetzungen.

Mit der *Limacinula samoënsis* ist offenbar ganz nahe verwandt die ihrer Stellung nach bisher ganz zweifelhafte *Naetrocymbe fuliginea* Körb. Vergleicht man die Figuren Tafel II, 19 und 20 in M. A. Millardet's Mémoire p. s. à l'histoire des Collémacée mit den Figuren der *Limacinia samoënsis*, so erkennt man ohneweiters die nahen Beziehungen dieser beiden Pilze zu einander. Bei *Naetrocymbe* ist einfach das Subiculum stärker entwickelt und sind die Sporen gefärbt.

Winter (Flora, 1875, p. 135) stellte *Naetrocymbe* zu den Cucurbitariaceen, Minks (Symb. lich. myc., I., p. 27) neben *Dothiora*.

Die Naetrocymbeen sind eine Sphaeriaceenfamilie, die aber den Capnodieen nahe steht. Diese Verwandtschaft wird durch das ganz ähnliche Mycel und die ähnlichen Conidienformen bekundet.

Welche der bisher aufgestellten Gattungen noch zu den Naetrocymbeen gehören werden, kann nur die Untersuchung der einzelnen Gattungstypen lehren.

380. Acanthostigmella orthoseta n. sp.

Perithecien schwarz, dicht herdenweise, häufig in Reihen, oberflächlich, 100 bis 160 μ breit, 100 bis 120 μ hoch, unten kugelig, dünnhäutig, aus polyedrischen 3 bis 5 μ breiten Zellen bestehend, mit dünnwandigen, braunen, septierten, 2 bis 3 μ breiten kriechenden Hyphen besetzt, oben kegelig in einen bis 80 μ breiten rundlichen opaken, dickwandigen Discus verschmälert, der in der nackten, flachen Mitte das

rundliche, etwa 15 μ breite Ostiolum zeigt und ringsum mit mehreren Reihen von steifen, schwarzen, spitzen, opaken, teils kürzeren, teils bis 60 bis 100 = 5 bis 5½ μ großen Borsten besetzt ist. Dazwischen manchmal auch einzelne durchscheinend braune, stumpfliche, bis 95 = 5 μ große Borsten. Paraphysen fehlend. Asci zahlreich, dünnwandig, sitzend, spindelig-keulig, achtsporig, 40 bis 52 = 8 μ. Sporen zwei- bis dreireihig, aus dem hyalinen sehr blaß olivenfärbig, spindelförmig, mit spitzlichen Enden und 4 bis 5 Öltröpfchen, vierzellig, an den Querwänden nicht eingeschnürt, die zweite oder die beiden mittleren Zellen manchmal verbreitert, 15 bis 20 = 3 bis 4 μ.

An dürren Stengeln, angeblich von *Heracleum* am Sonntagsberge in Niederösterreich, 1907 leg. P. Strasser.

Der Pilz paßt vortrefflich in die von mir Annal. mycol. 1905, III. Bd., p. 327 aufgestellte Gattung *Acanthostigmella*. Bei flüchtiger Untersuchung kann derselbe leicht für eine *Chaetomastia* gehalten werden. Bei dieser Gattung ist jedoch die Perithecienwandung gleichmäßig derbwandig und sind die Borsten ringsum gleichmäßig verteilt, während bei *Acanthostigmella* die Perithecien unten durchscheinend häutig sind und oben ein das Ostiolum ringförmig umgebender opaker, schwarzer Discus vorhanden ist, der ringsum mit einer oder mehreren Reihen von Borsten versehen ist.

Es ist möglich, daß einige ungenügend bekannte *Venturia*-Arten zu *Acanthostigmella* gehören. Die Sporen gleichen ganz denen mancher *Leptosphaeria*-Arten. Allein die echten Leptosphaerien haben stets Paraphysen. Der Nucleusbau von *Acanthostigmella* ist ganz so wie bei *Chaetomastia*.

An dem vorliegenden Material, morschen Stengeln mit abgeworfener Rinde, stehen die Perithecien ganz oberflächlich. Bei ihrer Kleinheit und der Art ihres Auftretens ist es ganz unwahrscheinlich, daß sie ursprünglich eingewachsen waren. Der Pilz ist ein offenbar später aufgetretener Saprophyt. Mit demselben untermischt und wahrscheinlich metagenetisch dazu gehörig wachsen zwei Hyphomyceten.

1. Ein *Acrothecium* (?) mit bereits ganz abgeworfenen Sporen. Diese sind subhyalin, fast olivenfarbig, dünnwandig, meist vierzellig, zylindrisch, oben abgerundet, unten kurz-

konisch verschmälert, 12 = 3 bis 3·5 μ. Sie erinnern sehr an die Schlauchsporen der *Acanthostigmella*.

Die einfachen, aufrechten, durchscheinend braunen, wenig septierten, zirka 120 μ langen Sporenträger sind oben 3 μ, unten 4 bis 5 μ dick. Die Sporen sitzen jedenfalls an der Spitze derselben.

2. Eine *Chalara* mit 140 bis 160 μ langen braunen Sporenträgern, die unten 5 bis 6 Querwände aufweisen und 8 μ dick sind, ober der Mitte spindelförmig bis 12 μ verbreitert und an dem zylindrischen, offenen Ende 6 μ breit sind. Die hyalinen, zylindrischen, mit zwei Öltröpfchen versehenen, in Ketten stehenden, 14 bis 16 = $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ μ großen Sporen treten aus dem offenen Ende heraus. Diese Art gehört in den Formenkreis von *Chalara Rubi* Sacc. et Br., *heterospora* Sacc., *brachyspora* Sacc. und *montellica* Sacc. (Syll. X, p. 595 und IV, p. 334 bis 335).

381. Venturia sphaerelloidea n. sp.

Perithecien herdenweise, unter der Epidermis eingewachsen, dünn, braunhäutig, unten eiförmig, oben kegelig, 100 bis 120 μ breit, 140 μ hoch, an der Mündung mit ein bis drei braunen, einzelligen, dünn- bis dickwandigen, stumpfen, 10 = 4 bis 34 bis 60 = 6 bis 7 μ großen Borsten besetzt, an der zarthäutigen Basis mit hyalinen oder subhyalinen, 2 bis 3 μ dicken kriechenden Hyphen besetzt. Paraphysen fehlend. Asci keulig-spindelig, sitzend, zartwandig, achtsporig, 32 bis 44 = 5 bis 8 μ. Sporen schief einreihig bis zweireihig, hyalin, spindelförmig, zweizellig, mit vier Öltröpfchen, an den Enden spitzlich, zartwandig, an der Querwand nicht eingeschnürt, beide Zellen gleich lang, 10 bis 12 = 3 bis 4 μ.

An dürren Stengeln von *Impatiens Nolitangere* am Sonntagsberg in Niederösterreich, leg. P. Strasser, 1908.

Wegen den hellbraunen, spärlichen, leicht übersehbaren Borsten leicht mit einer *Sphaerella* zu verwechseln. Aber schon die Zarthäutigkeit der andersgeformten Asci und die Sporenform sowie die nicht rosettige Anordnung der Asci lassen erkennen, daß keine *Sphaerella* vorliegt.

Sphaerella Impatientis Peck et Clint. in Nordamerika auf den Blättern von *Impatiens fulva* wachsend, ist nach dem Originalexemplar in Thüm. Mycoth. univ. Nr. 963 davon völlig verschieden. Es fehlen hier die Mündungsborsten, die Asci sind oben stumpf und dickwandig und die Sporen länglich-zylindrisch, beidendig abgerundet-stumpf.

382. Über Sphaeria ordinata Fries.

Wurde in Fries, System. mycol., 1823, II, p. 454 beschrieben. Es ist so gut wie sicher, daß der von C. E. Broome 1859 im südlichen England (Essex) gefundene und von Berkeley und Broome in Annals and Mag. of nat. History, III. Serie, 1861, VII. Bd., p. 453, Taf. XVII, Fig. 26 näher beschriebene und abgebildete Pilz, der als *Sphaeria ordinata* Fr. bezeichnet wird, auch wirklich dieser Pilz ist. Derselbe kann daher als Originalexemplar betrachtet werden. Er ist in Rabenhorst, Fung. europ. Nr. 329 ausgegeben.

Derselbe wurde von Bonorden 1864 (Abhandl. a. d. G. d. Mykol., p. 153) in die Gattung *Hypospila* eingereiht. Saccardo (Michelia I, p. 346) betrachtet ihn 1878 als *Zignoëlla*. Später (1883) reihte er ihn als *Winteria* ein (Syll. Fung. II, p. 226). Berlese (Icon. Fung., II, p. 106) erklärte ihn 1900 wieder für eine *Zignoëlla*.

Die Untersuchung des oben erwähnten Broome'schen Exemplares zeigte mir nun, daß derselbe tatsächlich eine *Zignoëlla* ist, welche mit der *Zignoëlla dolichospora* Sacc. identisch ist. Letztere wurde von mir näher beschrieben (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 250). Die Synonymie des Pilzes lautet daher:

Zignoëlla ordinata (Fries.) Sacc., 1878, l. c.

Sphaeria ordinata Fries, 1823, l. c.
Hypospila ordinata (Fr.) Bonorden, 1864, l. c.
Zignoëlla dolichospora Sacc., 1878, Michelia, I, p. 401.
Winteria ordinata (Fr.) Sacc., 1883, l. c.
Ceratosphaeria quercina P. Henn, Herbar Berlin.

Der Pilz wurde bisher nur auf trockenfaulem Eichenholz, und zwar viermal gefunden (Jura, Essex, Montello in Venetien,

Rathenow in Brandenburg); die Exemplare der drei letztgenannten Funde, die unter drei verschiedenen Namen beschrieben sind, habe ich in Originalen verglichen und als völlig identisch befunden.

383. Über Ceratostomella polyrhyncha Penz. et Sacc.

Von diesem in Icon. Fung. Javan. 1904, p. 23, Taf. XVI, Fig. 3 beschriebenen und abgebildeten Pilze geben die Autoren an, daß mehrere fadenförmige, geschnäbelte Ostiola vorhanden sind; die Asci werden mit 60 bis 65 × 10 bis 12 μ und die Sporen mit 15 bis 18 × 5 bis 6 μ Größe angegeben.

Wie die Untersuchung eines Originalexemplares aus dem Wiener Hofmuseum, das mit den von mir 1908 am gleichen Standorte und demselben Substrate gefundenen Exemplaren ganz übereinstimmt, zeigte, sind diese Angaben unrichtig.

Die Perithecien stehen locker zerstreut oder in kleinen Herden ganz oberflächlich. An der Basis zeigen sie radiär angeordnete, oft büschelig verwachsene braune, kürzere oder bis 100 μ lange, 2 bis 3 μ dicke, wenig septierte, etwas kleinwellige Hyphen, die dem Substrate fest anliegen. Sie sind schwarz, matt, häutig, fast genau kugelig, im Alter oft etwas einsinkend und dann flach; das kastanienbraune Gewebe der Perithecienmembran besteht aus wenigen Lagen von 10 bis 20 μ breiten polygonalen Zellen und wird im Alter undeutlich zellig und derber. Die Perithecien sind 160 bis 230 μ breit. Das Ostiolum ist ganz flach, rundlich, 20 bis 40 μ breit und von 8 bis 12 μ langen, dünnen, hyalinen oder bräunlichen, radialstehenden Wimpern gebildet. Es ist von einigen Reihen von quergestreckten kleineren Zellen begrenzt, welche eine nicht vorstehende, flache, 60 μ breite Mündungsscheibe bilden. Am oberen Teile des Peritheciums stehen um das Ostiolum herum, jedoch in verschiedener Distanz von diesem, etwa 2 bis 5, seltener mehr steife, spitze, braune, kegelig zulaufende Zotten oder Stacheln, die 160 bis 780 μ lang und an der Basis 20 bis 40 μ breit sind. Sie bestehen aus zahlreichen 2 bis 3 μ dicken, braunen, parallelen Hyphen von verschiedener Länge, die fest miteinander verwachsen sind und zeigen keinen Kanal im Innern. Die Asci sind sehr zarthäutig, spindelig-keulig,

achtsporig, sitzend und 44 bis 52 = 7 bis 10 μ groß. Pseudoparaphysen spärlich, sehr zart, 2 bis 4 μ breit, meist kaum sichtbar. Die Sporen stehen $1^1/_2$- bis 2reihig, sind länglich-zylindrisch oder lang elliptisch, fast hyalin, mit meist vier kleinen Öltröpfchen, einzellig, beidendig abgerundet und 11 bis 13 = 3 bis 4 μ groß. Einzelne Sporen zeigen schließlich eine sehr zarte Querwand.

Das flache Ostiolum ist zwischen den Stacheln schwer sichtbar, und haben Penzig und Saccardo daher letztere, die mit Schnäbeln einige Ähnlichkeit haben, für solche gehalten.

Sphaeriaceen mit aus verwachsenen Hyphen bestehenden Stacheln sind bisher nicht bekannt. Der Pilz stellt daher eine neue Gattung dar, die zu den Chaetomieen oder Trichosphaeriaceen gerechnet werden kann. Da die Peritheciemembran gleichmäßig häutig ist und sich auch der sonstige Bau besser an den der Chaetomieen anschließt, wird sie wohl am besten zu diesen gerechnet.

Ich nenne diese neue Gattung:

Pseudorhynchia n. g. **(Chaetomieae).**

Perithecien häutig, oberflächlich, mit flachem Ostiolum, oben mit aus verwachsenen Hyphen bestehenden Stacheln besetzt. Pseudoparaphysen vorhanden. Asci zarthäutig, achtsporig. Sporen hyalin oder subhyalin, einzellig (zuletzt einzelne zweizellig).

Pseudorhynchia polyrhyncha (Penz. et Sacc.) v. H.

(Syn.: *Ceratostomella polyrhyncha* P. et S.)

384. Winteria und Odontotrema.

Winteria wird von den Autoren (Berlese, Rehm, Saccardo, Winter, Ellis und Everhardt usw.) übereinstimmend zu den Pyrenomyceten und zwar neben *Teichospora (Strickeria)* und *Teichosporella* gestellt.

Nach Berlese (Icon. Fung., II., p. 103) ist *Teichosporella* von *Winteria* kaum verschieden. Ich kenne nur das Original-

exemplar von *Teichosporella dura* (Fuckel) Sacc. (Syll., XI. p. 351). Die Untersuchung desselben (Fung. rhen., Nr. 2027) zeigte mir, daß diese Art ein typischer Pyrenomycet ist, mit einsinkendem, vollständig entwickeltem, ledrigem Gehäuse von parenchymatischem Aufbau. Die Asci werden bis 100 = 20 μ und die mit 3 bis 4 Querwänden und einer Längswand versehenen Sporen bis 27 = 10 μ groß. Sie bleiben lange hyalin, werden aber schließlich blaßbraun. Der Pilz ist daher eine echte *Teichospora*.

Nach den Abbildungen der übrigen *Teichosporella*-Arten bei Berlese (Icon. Fung., II., Taf. 137) zu schließen, sind es lauter echte Pyrenomyceten. Indessen lassen sich aus Berlese's Figuren, die häufig schematisch sind, kaum sichere Schlüsse ziehen. Solche mycologische Massenproduktionen sind ja als Bestimmungshilfsmittel recht nützlich, fördern aber die eigentliche Wissenschaft verhältnismäßig nur wenig, wie gerade die *Winteria*-Frage wieder zeigt.

Der Typus der Gattung ist *Winteria lichenoides* Rehm 1881 (Bericht. nat. Ver. Augsburg, 23. Bd., p. 72, Sep.), der die Gattung zunächst als Subgenus von *Trematosphaeria* aufstellte. Winter (Pyrenomyceten, p. 280) fand später, daß die Sporen auch eine Längswand haben und daß die zweite von Rehm aufgestellte Art (*W. excellens*) ein Discomycet ist. In der Tat ist nach Rehm diese Art eine Form von *Odontotrema hemisphaericum* (Fries). Dies zeigt, daß die Fruchtkörper von *Winteria* einen ähnlichen Bau haben, wie die von *Odontotrema*, was man sofort sieht, wenn man Medianschnitte miteinander vergleicht.

Indessen sind die Fruchtkörper von *Winteria lichenoides* sowie auch die von *Winteria viridis* und *cembricola* Rehm in Herb. (im Gegensatz zu denen von *Odontotrema*), wie man sich an dünnen Medianschnitten leicht überzeugen kann, stets in einem dünnen Stroma oder Thallus eingeschlossen, was bisher völlig übersehen wurde. Es ist sicher, daß dieses Stroma ein Flechtenthallus ist, der zwar nur klein und völlig verbleicht ist, weshalb die Algenzellen (Gonidien) nicht mehr mit völliger Sicherheit nachzuweisen sind, der aber doch stets so deutlich ist, daß es keinem Zweifel unterliegt, daß diese drei genannten

Winteria-Arten Flechten sind. Wenn mehrere Fruchtkörper dicht nebeneinander stehen, was häufig der Fall ist, so kann man sehen, daß sie in einem gemeinschaftlichen Thallus sitzen. In solchen Fällen kann man auch schmutziggrüne Zellen, die offenbar die veränderten Gonidien sind, nach Kochen mit Kalilauge im Thallus nachweisen.

Die typischen *Winteria*-Arten sind daher Flechten. Vergleicht man einen Querschnitt einer *Microglaena* (ich tat dies mit *M. Hassei* Zahlbr., Crypt. exs. Mus. palat. Vindob. Nr. 751) mit einem von *Winteria lichenoides*, so erkennt man die völlige generische Übereinstimmung beider Gattungen. Der Bau der Fruchtkörper von *Microglaena* ist genau derselbe wie der von *Winteria*. Diese Tatsache kann als weiterer Beweis dafür dienen, daß *Winteria lichenoides* Rehm eine Flechte ist.

Die Gattung *Winteria* ist als synonym mit *Microglaena* anzunehmen und muß als Pilzgattung gestrichen werden

Die Flechtengattung *Microglaena* wird zu den Pyrenolichenen gerechnet, daraus folgt aber noch nicht, daß die Fruchtkörper derselben echte Perithecien sind. Es ist vielmehr nicht zweifelhaft, wie schon der Vergleich mit *Odontotrema* zeigt, daß die Fruchtkörper Discomyceten-artiger Natur sind.

Rehm (Hysteriac. und Discom., p. 198) rechnet *Odontotrema* zu den Heterosphaeriaceen, während Saccardo die Gattung zu den Stictidaceen stellt (Syll. VIII, p. 679). Zu den ersteren, welche Tryblidieen sind, kann *Odontotrema* mit dem dünnen Schlauchboden nicht gehören, da ja das mächtig entwickelte Hypothecium gerade das Hauptmerkmal der Tryblidieen ist. Hingegen scheint mir die Stellung von *Odontotrema* bei den Stictideen richtiger zu sein, aber nur dann, wenn man die Gattung bei den Ostropeen einreiht, wohin sie wegen der kleinen Öffnung gehört.

Genau das Gleiche gilt auch für die Fruchtkörper von *Winteria*, welche meist heller und weichfleischiger sind als die von *Odontotrema*.

Da die Gattung *Winteria* bisher völlig verkannt wurde, ist es natürlich, daß die später aufgestellten Arten derselben, welche sämtlich echte Pilze sind, nicht zu ihr gehören können. Von nachfolgenden 11 Arten haben 10 mit ihr überhaupt nichts zu tun:

1. *W. excellens* Rehm = *Odontotrema hemisphaericum* (Fr.) var.

2. *W. ordinata* (Fr.) Sacc. = *Zignoëlla dolichospora* Sacc.

3. *W. tuberculifera* E. et Ev. = Typus der Gattung *Winterina* Sacc.

4. *W. Zahlbruckneri* Bäuml. = *Odontotrema?* (nicht gesehen).

5. *W. culmigena* K. et M. = *Gibberella Saubinetii.*

6. *W. aterrima* Hazsl. gehört kaum in die Gattung (nicht gesehen).

7. *W. coerulea* E. et Ev. = *W. acuminans* (Nyl.).

8. *W. rhoina* E. et Ev. = *Leptosporella.*

9. *W. crustosa* E. et Ev. ist wahrscheinlich auch eine *Leptosporella.*

10. *W. lobata* Tr. et Earl. ist wahrscheinlich irgendein Discomycet.

11. *W. oxyspora* Penz. et Sacc. = *Bertia (Rehmiomyces) oxyspora* (P. et S.) v. H.

Es bleiben dann noch vier Arten übrig, deren Schlauchfrüchte in der Tat ganz so gebaut sind, wie die von *Winteria*, aber es sind (gonidienfreie) echte Pilze, die unter der Epidermis oder dem Periderm von *Pinus*- und *Larix*-Rinden eingewachsen sind. Es sind dies:

1. *W. subcoerulescens* (Nyl.) Rehm 1898. Ascom. Nr. 1242 (Nyl. sub *Verrucaria*).

2. *W. acuminans* (Nyl.) Rehm 1898. (Hedwigia, 37. Bd., p. [144].)

3. *W. intermedia* Sacc. et Fautr. 1900. Wie die zwei vorigen auf *Pinus silvestris.*

4. *W. laricina* v. H. 1909. Auf *Larix decidua (Pinus Larix).*

Es ist mir nicht zweifelhaft, daß diese vier Arten nur eine darstellen, denn offenbar sind *W. acuminans, intermedia* und *laricina* nur Formen von *W. subcoerulescens.* Äußerlich sind sie nicht voneinander zu unterscheiden. *W. acuminans* und *W. intermedia* haben unten zugespitzte, die beiden anderen Arten haben längliche oder eiförmige Sporen. Alle diese vier

Arten wachsen in der Rinde von *Pinus*. Ich fand nun bei dem Exemplare von *W. subcoerulescens* in Rehm, Ascomyc. Nr. 1242, alle diese Formen untermischt untereinander wachsend, ja ein Fruchtkörper zeigte elliptische und geschwänzte Sporen gleichzeitig, woraus hervorgeht, daß man diese vier Formen, die sich nur durch die Sporen voneinander unterscheiden, nur als eine Art betrachten kann, die als *W. subcoerulescens* (Nyl.) Rehm bezeichnet werden muß, da dies der älteste Name ist.

Daß die mauerförmig geteilten Schlauchsporen in Form und Größe und in der Zahl der Septen außerordentlich variieren, davon kann man sich bei vielen Gattungen *(Melittiosporium, Teichospora, Pleospora)* leicht überzeugen.

Diese in den Sporen so variable Form kann nun nicht als *Winteria* = *Microglaena* bezeichnet werden. Sie stellt eine eigene neue Gattung dar, die nach dem oben Gesagten am besten als Ostropee betrachtet wird und die ich *Mycoglaena* nenne.

Wollte man sie als Pyrenomyceten betrachten, was ja eine gewisse Berechtigung hätte, da sie eine Übergangsform wie wahrscheinlich alle Ostropeen darstellt, so müßte sie bei den Hyponectrieen eingereiht werden.

Die Art muß *Mycoglaena subcoerulescens* (Nyl.) v. H. genannt werden. Man wird bei ihr die Varietäten *acuminans, laricina* und *intermedia* nach der Form und Größe der Sporen unterscheiden können. (S. d. Fragmente IX. Mitt.)

Mycoglaena n. g. (Ostropeae).

Schlauchfrüchte unter der Epidermis eingewachsen, perithecienähnlich, rundlich oder länglich, meist flachgedrückt und oben umbilicat, weichfleischig, niemals kohlig.

Wandung unten wenig entwickelt, oben dickwandig, faserig-plektenchymatisch, mit rundlicher oder länglicher Mündung. Fruchtboden dünn, flach oder konkav. Paraphysen dünnfädig, lang, oben netzig-verzweigt. Asci keulig, bis achtsporig. Sporen hyalin, dictyospor.

Synonymie: *Winteria* p. p.; *Verrucaria* p. p.; *Hysteropsis* p. p.

Mycoglaena subcoerulescens (Nyl.) v. H.

Syn.: *Verrucaria subcoerulescens* Nyl.
Verrucaria acuminans Nyl.
Winteria subcoerulescens (Nyl.) Rehm.
Winteria intermedia Sacc. et Fautr.
Hysteropsis laricina v. H.
Winteria coerulea E. et Ev.

385. Winteria rhoina E. et Ev.

Dieser im Journ. of Mycology 1885, I, p. 92 beschriebene Pilz (s. a. Ellis und Everh., North.-Am. Pyren. 1892, p. 212, Taf. 23, Fig. 10 bis 13) hat spindelförmige, gekrümmte, einzellige, mit meist zwei Öltröpfchen versehene Sporen. Berlese (Icon. Fung. II, p. 106) sagt, daß die Sporen Querwände aufweisen, wovon weder in den Beschreibungen etwas steht, noch am Originalexemplar (E. et Ev., N. am. F., Nr. 1669), das ich geprüft habe, etwas zu sehen ist. Er meint daher, es könnte der Pilz eine *Zignoëlla* sein. Saccardo (Syllog. Fung. XIV, p. 589) stellte 1899 die Gattung *Winterina* auf, in welche er auch die *Winteria rhoina* bringt. Der Typus dieser Gattung ist aber *Winterina tuberculifera* (E. et Ev.) Sacc., ein Pilz, der keine Paraphysen hat und mit *Diaporthe* verwandt ist. Die übrigen angeführten *Winterina*-Arten haben mit diesem Typus nichts zu tun, gehören daher nicht in dieselbe Gattung. *Winteria rhoina* wird am besten als *Leptosporella* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. Javan. 1904, p. 22) betrachtet. Die Sporen sind manchmal stark gekrümmt und die Form der Asci ist eine ähnliche wie bei *Leptospora spermoides* (Hoffm.), welche auch zu *Leptosporella* gehört. *Zignoëlla*-Arten mit gekrümmten Sporen gibt es nicht.

Der Pilz wird daher *Leptosporella rhoina* (E. et Ev.) v. H. zu nennen sein.

Winteria Zahlbruckneri Bäuml. (Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 1893, 48. Bd., p. 282), die von Saccardo (Syll. XIV, p. 589) ebenfalls zu *Winterina* gestellt wird, da sie nach der Beschreibung nur quergeteilte Sporen hat, ist, vorausgesetzt, daß die ausführlichen Angaben des Autors richtig sind, zweifellos eine *Odontotrema*.

386. Über **Winteria oxyspora** Penz. et Sacc.

Die Originalbeschreibung und Abbildung dieser Art (Icon. Fung. javanic. 1904, p. 17, Taf. XII, Fig. 3) rührt von überreifen Perithecien her. Das Originalexemplar im Wiener Hofmuseum zeigt sehr schöne reife Perithecien.

Dieselben stehen zerstreut oder zu wenigen genähert ganz oberflächlich, sind schwarz, matt und feinhöckerig rauh, kugelig oder meist halbkugelig und mit flacher Basis aufsitzend, schließlich meist schüsselförmig einsinkend, bis 400 μ breit. Die Peritheciumwandung ist lederig-kohlig, schneidbar, oben und unten gleich stark entwickelt, 36 bis 40 μ dick. Sie besteht aus einem rotbraunen, undeutlich grobzelligen Gewebe und zeigt im Querschnitt außen kleine Höcker und flache Warzen. Hie und da zeigen sich meist ganz kurze, bis 50 μ lange, stumpfe, septierte, bis 6 μ breite rotbraune Hyphenenden. Das Ostiolum ist flach, rundlich und 15 bis 20 μ breit. Paraphysen spärlich, undeutlich, zartwandig, breitfädig. Die spindelig-keuligen, meist bogig gekrümmten Asci sind sehr zartwandig, kurz gekrümmt-gestielt und bis über 140 ≃ 10 bis 11 μ groß. Sporen zwei- bis dreireihig, zu acht, hyalin, zartwandig, spindelförmig, beidendig lang und scharf zugespitzt, mit ganz homogenem, reichem Inhalte, stets deutlich zweizellig. Die Querwand ist meist nicht genau in der Mitte und sehr zart. In Glyzerin wird der Sporeninhalt grobkörnig und ist dann die Querwand oft undeutlich. Sporengröße bis 56 ≃ 6 μ.

Der Pilz wurde später von Saccardo und Sydow (Sylloge Fung. XIV, p. 590) in die Gattung *Winterina* Sacc. emend. versetzt. Diese Gattung hat mehrfach quergeteilte hyaline Sporen. Sie enthält aber Elemente, die nicht zusammengehören.

Da *Winteria oxyspora* stets nur zweizellige Sporen hat, kann sie auch keine *Winterina* sein, ganz abgesehen davon, daß der Typus dieser Gattung (*W. tuberculifera* [E. et Ev.]) einen *Diaporthe*-Bau des Peritheciennucleus hat.

Winteria oxyspora erinnert durch seinen mikroskopischen Bau sofort an *Bertia* und gehört offenbar zu jenen Arten dieser Gattung, welche weiche, einsinkende Perithecien besitzen und

von Saccardo und Sydow als Subgenus *Rehmiomyces* zusammengefaßt werden (Syll. Fung. XVI, p. 489).

Der Pilz hat daher zu heißen *Bertia (Rehmiomyces) oxyspora* (P. et Sacc.) v. H.

Die für *Bertia* charakteristischen Höcker der Perithecien treten zwar bei der *B. oxyspora* makroskopisch nicht deutlich hervor, sind aber an mikroskopischen Querschnitten gut zu sehen.

387. Ophiognomonia caulicola n. sp.

Perithecien einzeln oder meist in Reihen oder Gruppen, oft fast rasig, in der inneren Rinde nistend, dem Holzkörper mit abgeflachter Basis aufsitzend, nach Abwurf der Rinde frei, kugelig, 360 bis 450 μ breit, 300 μ hoch, mit bis 1 bis 2 *mm* langem, unten etwa 100 μ, oben 60 μ dickem zylindrischem, zerbrechlichem, manchmal schwach knotigem, an der Spitze blaßem Schnabel, glatt, kahl, kohlig, schwach glänzend, mäßig dünnwandig, brüchig, opak, schwarz. Paraphysen völlig fehlend. Asci mehrreihig, keulig spindelig, in der Mitte am dicksten, nach beiden Enden verschmälert, zartwandig, sitzend, bis 84 = 5·5 μ, fünf- bis achtsporig. Sporen parallel im Ascus, zylindrisch-fädig, nach dem einen Ende meist etwas verschmälert, beidendig stumpf, einzellig, mit vielen Öltröpfchen, 50 bis 60 = 1·5 μ.

An dürren, morschen Stengeln, angeblich von *Salvia glutinosa* bei Ybbsitz in Niederösterreich, leg. P. P. Strasser 1909.

Der Pilz hat mit *Ophiobolus*, *Ophioceras*, *Acerbia* etc., die sämtlich in einer Schichte liegende Asci und gut entwickelte Paraphysen besitzen, nichts zu tun. Der Bau des Nucleus entspricht, von den Sporen abgesehen, dem von *Diaporthe*. Er gehört daher in die in diesen Sitzungsberichten Bd. 115, p. 1255 erwähnte Gruppe von Gattungen.

Es ist aber sicher, daß einige *Ophiobolus*-Arten, die als paraphysenlos beschrieben sind, falsch klassifiziert sein werden und möglicherweise hieher gehören.

Die wenigen bisher bekannten *Ophiognomonia*-Arten sind Blattbewohner.

388. Über Microcyclus Koordersii P. Henn.

Da in der Beschreibung angegeben ist, daß die Stromata Borsten tragen (in Koorders, Bot. Unters. in Verh. koninkl. Akad. Amsterdam, 1907, 2. Sekt., 13. T., Nr. 4, p. 183, Abbild. 15, Fig. 1—6), und beborstete Dothideaceen bisher nicht bekannt sind, untersuchte ich das Originalexemplar in Rehm, Ascomyc., Nr. 1615. Ich fand, daß die Stromata ganz kahl sind und nicht ganz oberflächlich stehen. Sie entwickeln sich aus einem unter der Btattepidermis entstehenden schwarzbraunen stromatischen Gewebe, das schließlich hervorbricht und nun das Peritheciumstroma bildet, das scheibenförmig ist und mit dem Rande der Epidermis aufliegt. Da *Polystomella* Speg. (= *Microcyclus* Sacc.) ganz oberflächliche Stromata hat, gehört der Pilz nicht in diese Gattung; er ist so wie *Dothidea basirufa* B. et C. einfach eine blattbewohnende *Plowrightia*, und muß *Plowrightia Koordersii* (P. Henn) v. H. genannt werden.

Irgendeinen wesentlichen Unterschied zwischen diesen Blätter bewohnenden und den auf Zweigen wachsenden *Plowrightia*-Arten kann ich nicht erkennen.

389. Über Apiospora, Munkiella und Pseudomassaria.

1. *Apiospora* Sacc. wird in Syll. Fung., I, p. 539, ferner in Ellis und Everhardt, North-americ. Pyrenomyc., 1892, p. 311 zu den einfachen Pyrenomyceten gestellt, vom ersteren nach *Sphaerella*, von den letzteren nach *Phomatospora*. Der Typus der Gattung ist *Apiospora apiospora* (Dur. et Mont.) v. H. = *Apiospora Montagnei* Sacc.

Vergleicht man Schnitte dieses Pilzes mit solchen von *Scirrhia rimosa* (A. et S.), so erkennt man ohneweiteres die nahe Verwandtschaft der beiden Gattungen miteinander.

Bei *Apiospora* sind zwar die Zwischenwände der Loculi fester und haben die Neigung sich zu spalten, wodurch eine Annäherung an die Sphaeriaceen stattfindet, im übrigen herrscht aber eine so große Übereinstimmung im Baue beider Gattungen, daß *Apiospora* am richtigsten neben *Scirrhia* zu den Dothideaceen gestellt werden muß. Das Stroma von

Apiospora ist sehr gut entwickelt und kann daher diese Gattung nicht als einfache Sphaeriacee betrachtet werden. Wäre bei *Apiospora* die Sporenquerwand in der Mitte der Sporen, so würde man ohne Bedenken beide Gattungen verschmelzen können. Das Stroma von *Apiospora* entwickelt sich einige Zellschichten unter der Epidermis und bricht dann hervor. Darin liegt der Hauptunterschied von *Munkiella* Speg., deren Stromata in der Epidermis entstehen.

Für mich ist daher *Apiospora* Sacc. eine, wenn auch nicht ganz typische Dothideaceengattung.

Die echten *Apiospora*-Arten mit Stroma scheinen nur auf Gramineen vorzukommen. Die vielen später in diese Gattung eingereihten Arten ohne Stroma sind offenbar meist *Didymella*-Arten, deren Sporenquerwand nicht in der Mitte liegt, und die als *Phaeoapiospora* Sacc. et Syd., Syll. Fung., XVI, p. 477, zusammengefaßten Arten sind *Didymosphaeria*-Arten mit ungleichen Sporenzellen.

Die *Didymella*-Arten mit *Apiospora*-Sporen könnten in eine neue Gattung: *Apiosporella* zusammengefaßt werden. Zu *Apiosporella* würden gehören:

A. Urticae Rehm (Sacc., Syll. IX, 659); *Rosenwingii* Rostr; *Rhododendri* Oud.; *Polypori* E. et Ev. (XI, 301); *rhodophila* Sacc.; *Rosae* Oud. (XIV, 534).

2. Neuerdings hat Saccardo (Syll. Fung., XVII, p. 658) die *Pseudomassaria chondrospora* (Ces.) Jacz., welche ich früher zu *Dubitatio* Speg. stellte, welche Gattung aber durch dunkelgefärbte Sporen verschieden ist, in die Gattung *Apiospora* eingereiht. Da ich nach dem oben Gesagten den Typus der Gattung *Apiospora* für eine Dothideacee halte, kann ich mich diesem Vorgehen nicht anschließen.

Pseudomassaria chondrospora (Ces.) Jacz. ist zweifellos eine die Sphaeriaceen mit den Hypocreaceen verbindende Form, und es ist ziemlich gleichgültig, ob man sie da oder dorthin rechnet (s. Ann. mycol. 1904, II. Bd., p. 41). Die zweifellos nächst verwandten Gattungen: *Dubitatio* Speg. und *Apiosphaeria* v. H. (siehe weiter unten) sind aber Hypocreaceen, und scheint es mir daher richtiger, *Pseudomassaria* zu den Hypocreaceen zu stellen.

3. Der Typus der Gattung *Munkiella* Speg. (Sacc. Syll., IX, p. 1034) ist *M. Caà-guazù* Speg. Mein Exemplar aus Balansa, Pl. de Paraguay, Nr. 3874, ist zwar unreif, läßt aber den Bau des Pilzes genau erkennen. Darnach hat *Munkiella* flach rundliche bis 120 μ dicke Stromata, die sich in der Außenwand unter der Cuticula der Epidermiszellen entwickeln. Innen und unten sind die Stromata weich und weiß, die Grenzen der unten flachen, oben kegeligen, bis 170 μ breiten und 100 μ hohen Loculi sind, sowie das Basalgewebe, faserig-kleinzellig und sehr blaß graugrünlich. Nur die brüchige, schwarze, aus mäßig derbwandigen, meist unregelmäßig angeordneten dunkelbraunen 3 bis 4 μ großen Parenchymzellen bestehende bis 40 μ dicke Decke (Außenschicht) der Stromata zeigt die Dothideaceennatur des Pilzes an. Paraphysen sind vorhanden.

Von *Apiospora* unterscheidet sich *Munkiella* durch das innen weiche, blasse Stroma und die subcuticuläre Entstehungsweise.

Plowrightia Balansaeana Sacc. R. et Berl. (Revue Mycol. 1885, p. 157, Taf. 54, Fig. 8) dürfte nach Abbildung und Beschreibung eine *Munkiella* sein.

390. Über Munkiella impressa Speg.

Diese Art (Sacc., Syll. Fung. IX, p. 1035) ist von *Munkiella Caà-Guazù* Speg. nicht spezifisch verschieden, wie der Vergleich der Diagnosen und der zwei Originalexemplare aus Balansa, Pl. du Paraguay, lehrt. Die Nährpflanze ist die gleiche. Die *M. impressa* soll nur blattunterseits vorkommen, die andere nur blattoberseits. Man findet aber bei beiden Originalexemplaren Stromata auf beiden Blattseiten, nur in verschiedener Menge. Mikro- und makroskopisch ist gar kein Unterschied zu finden.

391. Über Munkiella guaranitica Speg.

Dieses ist die zweite von Spegazzini aufgestellte Art der Gattung. (Sacc., Syll. IX, p. 1034). Offenbar ist derselbe nur durch die Beschaffenheit der Sporen dazu verleitet worden, den Pilz zu *Munkiella* zu stellen.

Der Pilz ist eine einfache Hyponectriee, die mit *Lambro* und *Dubitatio* nahe verwandt ist und eine neue Gattung darstellt.

Die Blätter der damit infizierten *Tecoma* sp. sind an den kranken Stellen, welche oft die halbe Lamina ausmachen, etwas verdickt und oberseits kupfrig-braun verfärbt. Auf den braunen großen Flecken sieht man kleine schwarze, glänzende Stellen, wo sich die Mündungen der Nebenfruchtform des Pilzes befinden. Diese ist, sowie die Perithecien, mitten im Blattgewebe zu finden, nimmt meist mehr als die Hälfte der Blattdicke ein, und besteht aus unregelmäßig gestalteten, oft gelappten, bis 260 = 210 μ großen Höhlungen ohne eigene Wandung, die dicht mit fadenförmigen, etwa 35 bis 44 = 1 μ großen Sporenträgern ausgekleidet sind, welche fadenförmige, stark gekrümmte, etwa 12 bis 16 = 1 μ große Sporen bilden. Doch war diese Fruchtform schon überreif und werden daher diese Angaben verbesserungsfähig sein. Diese Nebenfruchtform kann vorläufig als ein *Cylindrosporium* betrachtet werden. Die Perithecien finden sich gleichmäßig zerstreut mitten im Mesophyll, sind rundlich, im Querschnitt länglich, also dick linsenförmig, bis 630 μ breit und 260 μ hoch. Sie münden auch blattoberseits mit einem oft in der Mitte angeschwollenen, oben etwas zusammengezogenen, bis 200 = 70 bis 100 μ großen Hals, der in der Epidermisfläche endigt und innen dicht mit großen, verschleimenden Periphysen ausgekleidet ist.

Die Perithecienmembran ist fleischig-weich, blaß, subhyalin, bis zirka 12 μ dick und besteht aus zusammengepreßten Hyphen. Paraphysen scheinen zu fehlen. Die Asci sind zylindrisch, bis 8 μ breit. Die Sporen sind hyalin, in Haufen gelblich, elliptisch, am unteren Ende papillenartig vorgezogen, schief einreihig im Ascus, zweizellig. Die obere Zelle ist mäßig derbwandig und drei- bis viermal länger als die untere dünnwandige. Sporengröße 13 = 5 bis $5^1/_2$ μ. Man sieht, daß der Pilz ganz anders aussieht als ihn Spegazzini schildert und daß er mit *Munkiella* nichts zu tun hat.

Es ist eine neue, mit *Lambro* Rac. und *Dubitatio* Speg. (= *Spegazzinula* Sacc.) nahe verwandte Hyponectrieengattung, die ich nenne:

Apiosphaeria n. g.

Ohne Stroma. Perithecien blaß, fleischig, tief eingesenkt, mit langem, nicht vorstehendem Halse. Paraphysen fehlend (?); Asci zylindrisch. Sporen elliptisch, hyalin oder subhyalin, aus zwei sehr ungleich großen Zellen bestehend. *Cylindrosporium*-ähnliche Nebenfruchtform.

Apiosphaeria guaranitica (Speg.) v. H.

Apiosphaeria guaranitica (Speg.) v. H. var. *major* Speg. ist nach einem Exemplare von Balansa in Fung. gallici, Nr. 4068, ein ganz ähnlicher Pilz, kaum eine Varietät, auf einer verwandten Nährpflanze. *Dothidella Glaziovii* All. et P. Henn. (Hedwigia 1897, 36. Bd., p. 236) ist offenbar derselbe unrichtig erkannte Pilz.

Lambro Raciborski (Paras. Alg. und Pilze Javas, Batavia, II. Teil, 1900, p. 13) hat ganz gleich beschaffene Perithecien, auch völlig gleiche Asci, stimmt auch durch den Mangel der Paraphysen mit *Apiosphaeria* überein und ist jedenfalls die nächstverwandte Gattung, hat aber scharf begrenzte, deutliche eingewachsene Stromata und einen kugelig vorragenden Hals.

Dubitatio Spegazz. (= *Spegazzinula* Sacc., Syll. II, p. 537) hat dunkelgefärbte Sporen und lange deutliche Paraphysen, aber kein Stroma.

392. Über Munkiella pulchella Speg.

Dieser in den Fungi gallici, Nr. 3246, ohne Beschreibung ausgegebene Pilz wurde von Rehm in Hedwigia, 1888, 27. Bd., p. 170, mikroskopisch charakterisiert.

Die Untersuchung dieses Exemplars sowie des in Rabenhorst-Winter, Fungi europ., Nr. 3461, befindlichen zeigte mir, daß der Pilz keine *Munkiella* ist, sondern wahrscheinlich eine neue Dothideaceengattung darstellt.

Die kleinen, nur wenige Loculi enthaltenden Stromata sind pechschwarz glänzend, im Alter zerbricht die dünne Außenkruste, der Pilz wird matt und schokoladefärbig. Sie sitzen in Menge auf der Blattoberseite und entwickeln sich in der Blattepidermis, sind daher unten vom Palissadenparenchym begrenzt. Ihre Dicke beträgt zirka 370 μ. Die Loculi sind im Querschnitte

fast viereckig, bis etwa 330 μ hoch und breit. Die Wände zwischen den Loculi zeigen meist eine hellere Mittelschichte, daher sie sich leicht spalten, wodurch sich der Pilz den Sphaeriaceen nähert. Oben sind flache, runde, 26 μ breite Ostiola vorhanden, welche die 30 bis 60 μ dicke, schwarze, opake Kruste durchsetzen. Viele Loculi enthalten keine Asci, sie stellen Pycniden dar, welche zahlreiche rundlich-scheibenförmige, dunkelviolette, etwa 8 μ breite und 2 bis 3 μ dicke Conidien auf einfachen Trägern entwickeln, die etwa 20 μ lang sind. Die Conidien sind mit der Kante auf den Trägern befestigt. Die Schlauchsporen stehen in den dünnwandigen, keuligen Asci meist zweireihig, sind violett, im Alter braun und länglich-keulig, etwa $10 \cdot 5 \simeq 4$ bis 5 μ groß. Sie sind scheinbar nur zweizellig, die obere Zelle ist oben abgerundet stumpf, etwas breiter und etwa um die Hälfte länger als die untere, welche an der Basis quer abgeschnitten ist und daselbst eine schwer sichtbare kalottenförmige, hyaline, sehr vergängliche Schleimkappe trägt. Die Querwand ist dick. Die beiden Zellen sind oft etwas eingeschnürt und manchmal anscheinend längsfaltig; es ist mir nicht zweifelhaft, daß die Schleimkappe am unteren Ende der Spore eine obliterierte Zelle ist, so daß die Sporen eigentlich dreizellig sind.

Innen und unten sind die Stromata blaß und weich, nur die Decke ist kohlig. Wenn die Sporen sich wirklich so wie angegeben verhalten, was ich an dem alten Materiale nicht sicher entscheiden konnte, so stellt der Pilz eine neue Dothideaceengattung dar. Indessen kann ich ihn nicht als typische Dothideacee betrachten, er nähert sich sehr den Sphaeriaceen.

Auf denselben Blättern kommen noch zwei Dothideaceen vor mit hyalinen, einzelligen Sporen, deren Stromata jenen der *Munkiella pulchella* täuschend ähnlich sind.

Die eine auf Rabenhorst-Winter, Nr. 3460, entwickelt die Stromata subcuticulär, wird also unten von den Epidermiszellen begrenzt. Sie zeigt 14 bis 22 ≃ 8 bis 10 μ große, stumpfendige, elliptische Sporen. Es ist höchstwahrscheinlich der als *Phyllachora Dalbergiae* Niessl var. *macrasca* Sacc., Syll. IX, p. 1007, beschriebene Pilz. Es ist aber keine *Phyllachora*, sondern eine *Trabutia*.

Die zweite auf Rabenhorst-Winter, Nr. 3461, entwickelt die Stromata in der Epidermis, genau so wie die *Munkiella*, der sie auch im inneren Baue vollkommen gleicht, aber sie hat spindelig-elliptische, an den Enden spitzliche, hyaline, etwa 13 = 7 μ große Sporen. Als echte *Phyllachora* kann dieser Pilz nicht betrachtet werden, da diese Gattung tiefer eingewachsene Stromata hat. Indessen wurde auf diesen Umstand bisher fast gar nicht geachtet und ist der Pilz wahrscheinlich als *Phyllachora* beschrieben. In dieser Mischgattung sind subcuticuläre, epidermale und subepidermale Pilze untereinandergeworfen. Sie zerfällt gewiß in drei Gattungen, von welchen die eine *Trabutia* ist, mit subcuticulären Stromaten. Die Ähnlichkeit des zuletzt erwähnten Pilzes mit der *Munkiella* ist eine so große, daß die Fragen nahe liegen, ob derselbe nicht ein Entwicklungsstadium der *Munkiella* ist oder ob die bei *Munkiella* beschriebenen Conidien- und Ascussporen nicht vielleicht einem Schmarotzer der Stromata angehören.

Diese Fragen konnte ich trotz aller Mühe nicht zur Entscheidung bringen, sie bleiben ebenso wie die betreffend die richtige Stellung der *Munkiella pulchella* offen.

393. Munkiella melastomata n. sp.

Stromata zahlreich gruppen- oder herdenweise über die ganze, nicht verfärbte Blattoberseite zerstreut, rundlich, 0·3 bis 1·5 *mm* breit, manchmal zu wenigen verschmelzend, mit 1 bis 3 Loculi, flachkegelig oder halbkugelig, glatt, höckerig oder etwas radialrunzelig, pechschwarz glänzend, bis 200 μ hoch, unter der Cuticula in der Außenwand der Epidermis gebildet, innen weich, weiß oder blaß, fleischig, Kruste seitlich zirka 30 μ dick, nach oben allmählich bis 90 μ dick werdend und daselbst von dem kreisrunden, 60 bis 80 μ breiten, mit zahlreichen dicken, verschleimenden Periphysen ausgekleideten Ostiolum durchsetzt, brüchig, kohlig, aus 3 bis 4 μ breiten, polyedrischen, dickwandigen, oft gereihten, schwarzbraunen Parenchymzellen aufgebaut. Basalschichte und Zwischenwände der Loculi aus zusammengepreßten blaßbräunlichen Hyphen bestehend. Paraphysen spärlich, zartfädig. Asci dünnwandig, oben abgerundet, unten kurz zugespitzt, sitzend, 44 bis 64 = 12 bis 17 μ. Sporen

zu 8, meist zweireihig, hyalin, im Alter schwach gelblich, elliptisch, unten kurz vorgezogen, zweizellig; obere Zelle sehr groß, mit homogenem, stark lichtbrechendem, zweiteiligem Inhalt, untere Zelle nur 1·5 bis 2 μ hoch. Sporen 13 bis 16 ≃ 6·5 bis 8 μ groß, mit dünner Schleimhülle.

Auf der Oberseite lebender Blätter von *Melastoma malabathricum* L. bei Buitenzorg, Java, 1908.

Der Pilz paßt gut zum Typus der Gattung *Munkiella* Speg. Die untere Zelle der Sporen ist sehr klein, oft kaum sichtbar. Indessen sieht man sie an frischen Sporen ganz deutlich. Das ganz homogene, dichte, stark lichtbrechende Plasma der oberen Zelle ist fast stets zweiteilig, indessen kommt es nur sehr selten zur Bildung einer wirklichen Querwand. Zweifellos nähert sich der Pilz durch seine Sporen der *Munkiella ? pulchella* Speg., deren Stellung noch zweifelhaft ist. (Siehe diese Fragmente Nr. 392.)

394. Über Dothidea basirufa Berk. et Curt.

Von diesem im Journ. Linn. Society, 1868, X. Bd., p. 390, beschriebenen Pilze konnte ich das Originalexemplar aus dem Herb. Kew untersuchen.

Derselbe wächst zerstreut auf der Unterseite der Blattfiedern eines Farnkrautes. Der Pilz entwickelt sich aus einem ganz dünnen, etwa 350 bis 400 μ breiten rundlichen Stroma, das sich unter der Epidermis bildet. Schließlich wird die Epidermis gesprengt und es entsteht eine flache, rundliche, zirka 520 μ breite und 110 bis 120 μ dicke Scheibe, welche zahlreiche ganz eingesenkte, eiförmige, mit einer deutlichen Mündung versehene, etwa 70 ≃ 50 μ große Loculi enthält und mit stark verschmälerter, von der Epidermis berandeter, etwa 360 μ breiter Basis aufsitzt. Der Scheibenrand erscheint im Querschnitte abgerundet. Die Scheibe ist im mittleren Teile mit dem subepidermalen Stroma, aus dem sie entstanden ist, verwachsen, die Randpartie ist jedoch frei und liegt der Epidermis an. Die Paraphysen sind undeutlich oder fehlend. Die Asci sind oben derbwandig und abgerundet, zylindrisch, unten etwas bauchig und kurz verschmälert, achtsporig und 40 bis 44 ≃ 7 bis 8 μ groß. Die hyalinen, länglichen, zartwandigen, zweizelligen,

12 — 2·5 μ großen Sporen liegen zweireihig im Schlauche. Der Pilz stellt, wie aus diesen Angaben hervorgeht, eine interessante Mittelform zwischen *Plowrightia* und *Coccoidella* dar. Bei *Plowrightia* brechen die Stromata während ihrer Entwicklung hervor und sitzen dann polsterförmig auf. Sie sind an der Basis kaum verschmälert. Bei *Coccoidella* ist das Stroma scheibenförmig, ganz frei und nur mit dem Mittelpunkte befestigt. Bei *Dothidea basirufa* ist dasselbe scheibenförmig, am Rande frei aufliegend, aber mit dem ganzen Mittelteile breit angewachsen. Durch diese Art werden die Coccoideen mit den gewöhnlichen Dothideaceen verbunden.

Der Unterschied der beschriebenen Form ist von *Plowrightia* nur ein geringer, weiter ab steht jedenfalls *Coccoidella*; die Form wird daher am besten als *Plowrightia basirufa* (Berk. et Curt.) v. H. bezeichnet.

395. Hysteropsis culmigena Rehm.

Dieser in Rehm, Hysteriaceen und Discomyceten, p. 36, im Jahre 1887 beschriebene Pilz ist zugleich der Typus der Gattung. Rehm rechnet ihn zu den Hypodermieen. Allein die Untersuchung des Originalexemplares zeigte mir, daß er keine Hysteriacee, sondern eine Pseudophacidiee ist.

Der Pilz ist etwa $^1/_2$ *mm* breit und 1 bis 1·5 *mm* lang und unter der Epidermis eingewachsen; mit der Lupe sieht man in der Mitte eine hellere Längsrille. Diese gehört aber nicht dem Pilze an, sondern rührt von der Nährpflanze — *Calamagrostis* — her. Querschnitte zeigen, daß das etwa 250 μ breite und 80 μ dicke Hymenium, das nur ein dünnes, farbloses Hypothecium hat, oben konkav und unten konvex ist, während der Rand abgerundet ist. Der Nucleus ist daher am Querschnitte nierenförmig gekrümmt. Während das Gehäuse unten ganz dünn und hyalin ist, ist es oben stark entwickelt und anfänglich mit der Epidermis und den daran sitzenden Sklerenchymfasern der Halme der Nährpflanze verwachsen. In der Mitte ist die Gehäusedecke etwa 80 μ, gegen den Rand etwa 40 μ dick. Sie besteht aus einem aus zirka 4 μ großen offenen Parenchymzellen zusammengesetzten kohligen Gewebe. Da das Gehäuse oben in der Mitte am dicksten ist, indem es hier die Konkavität

des Nucleus ausgleicht, so ist es ausgeschlossen, daß der Pilz mit einem Längsspalt sich öffnet. Er kann sich nach dem Baue, der keine vorgebildete Öffnung verrät, nur durch Zerfall der Decke öffnen.

Daher kann der Pilz nur als Pseudophacidiee betrachtet werden. Der Nucleus besteht im wesentlichen nur aus Asci, welche 70 bis 90 = 16 bis 20 μ groß, kurzgestielt, dick zylindrisch-keulig und oben abgerundet sind. Deutliche Paraphysen fehlen bestimmt. Die Sporen fand ich sowie die Asci kleiner als sie Rehm angibt, meist 15 bis 20 = 6 bis 8 μ, und fast stets nur mit 9 bis 12 Querwänden und 1 bis 2 unterbrochenen Längswänden versehen. Jod gibt keine Blaufärbung.

Der Pilz ist eine Pseudophacidiee, die entsprechend dem Wachstume auf Grashalmen langgestreckt ist und daher hysteriaceenartig aussieht. Daß diese Auffassung richtig ist, beweist auch der Mangel an Paraphysen, der mit dem sonstigen Baue in Übereinstimmung steht, denn während die Hysteriaceen stets typische Paraphysen besitzen, zeigen die Pseudophacidieen (welche sich teilweise an die Dothideaceen anschließen) keine oder nur undeutliche.

Aus dem obigen geht hervor, daß *Hysteropsis laricina* v. H. (in diesen Fragmenten, I. Mitt., 1902, Nr. 8, p. 997 f.) nicht in diese Gattung gehört. Es ist eine *Mycoglaena*, wie in diesen Fragmenten Nr. 384 auseinandergesetzt wurde. Hingegen halte ich nun nach Einsichtnahme in die Präparate von *Hysteropsis larigna* (Lamb. et Fautr.) v. H. (l. c. Nr. 9, p. 998) diesen Pilz für eine *Curreyella*, die *Curreya (Curreyella) larigna* (Lamb. et Fautr.) v. H. zu heißen hat. Hier ist ein oben und unten ausgebildetes schwarzes Stroma vorhanden, das undeutliche Loculi zeigt, der Pilz ist daher eine Dothideacee.

396. Melittiosporium Corda.

Der Typus der Gattung ist *Stictis versicolor* Fr. in Scleromyc. sueciae exsiccati, Nr. 276, die von Corda (Icon. Fung., II, p. 37, Fig. 131) *Melittiosporium versicolor* genannt wurde. Die Untersuchung des Originalexemplares, das ich der Güte des Herrn O. Juel in Upsala verdankte, zeigte mir, daß der Pilz eine durchaus weichfleischige und hellgefärbte Stictidee

ist. Die eingesenkten Ascomata sind nicht linienförmig, wie sie Corda zum Teil zeichnet, sondern länglich, 1 bis 3 *mm* lang und bis 1 *mm* breit. Manchmal sind sie sogar breit-elliptisch, fast rundlich. Die Hymenialschichte ist etwa 120 μ dick. Die Paraphysen sind nicht (Corda) ganz einfach, sondern oben kurz baumartig-knorrig verzweigt und sehr reichlich vorhanden. Die Sporen liegen in den Asci zu wenigen bis zu acht, sind hyalin, verschieden gestaltet, meist länglich, zeigen 5 bis 8 Querwände und 1 bis 2 unterbrochene Längswände. Ihre Länge schwankt von 20 bis 34 μ, ihre Breite von 9 bis 14 μ (meist 22 bis 28 ≍ 9 bis 10 μ).

Melittiosporium coeruleum Rehm. (Bihang. till svensk. Ak. Handl., 1899, 25. Bd., Abt. III, Nr. 6, p. 12, Fig. 16) ist nach dem Originalexemplar ein durchaus hellgefärbter und weichfleischiger Pilz, der keine kohlige, sondern eine fast weiße Decke besitzt. Er ist im Gegensatze zu *Pleiostictis propolioides* Rehm ein echtes *Melittiosporium* im Sinne Cordas und von *M. versicolor* Corda = *M. aeruginosum* (P.) spezifisch kaum verschieden. Rehm gibt die Paraphysen als oben stark verzweigt an. Ich finde sie gelatinös verdickt, 3 bis 4 μ breit, einfach, und nur an der Spitze kurzknorrig verzweigt, so daß man an Querschnitten ein Bild erhält ähnlich dem Cordas Die Asci finde ich kurzgestielt und bis 130 ≍ 20 μ groß. Sie sind zwei- bis achtsporig. Die hyalinen Sporen werden bis 40 ≍ 12 μ groß und zeigen bis 11 Querwände. Man sieht beim Vergleich mit Rehms Angaben, wie die Größenverhältnisse wechseln.

Einen wesentlichen Unterschied von *M. versicolor* Corda kann ich nicht erblicken. Die Färbung des ganzen Pilzes und der einzelnen Teile desselben ist dieselbe. Die Form der Ascomata ist zwar mehr rundlich, aber es kommen auch gestreckte Ascomata vor. Die Angabe Rehm's, daß die Sporen schließlich blau werden, kann ich nicht bestätigen. Es handelt sich hiebei wahrscheinlich um eine Diffusion des blauen Farbstoffes des Epitheciums in die Asci und Absorption durch die Sporen, was bei lebhaft gefärbten Ascomyceten oft vorkommt. Die Größe der Sporen ist eine so variable und hängt von der Zahl der im Ascus zufällig entwickelten Sporen ab, daß man bei jedem Exemplare andere Größen findet. Die Paraphysen

und Asci, sowie das Substrat, trockenfaule Hölzer von Laubbäumen, sind dieselben.

Ich halte daher *M. coeruleum* Rehm für die Corda'sche Art.

Hingegen wird *Melittiosporium Carestianum* Sacc. (Malpighia, 1899, XIII, p. 8, Fig. 1 bis 2) nach der Beschreibung eine *Pleiostictis* sein, da ein schwarzbraunes Gehäuse vorhanden ist.

Die beiden Gattungen *Platysticta* Cooke et Massee (Sacc., Syll., VIII., p. 703) und *Delpontia* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. Jav., 1904, p. 86, Taf. 58, Fig. 1) können von *Melittiosporium* Corda nicht als generisch verschieden betrachtet werden. Der Umstand, ob die Asci 1 bis 2 oder 8 Sporen enthalten, ist bei diesen Gattungen gleichgültig. Ebenso wechselt die Form der Fruchtkörper vom gestreckten bis zum rundlichen. Auf diese Umstände hin können keine Genera unterschieden werden.

In der Tat zeigte mir die Untersuchung des Originalexemplares von *Delpontia pulchella* Penz. et Sacc. aus dem Wiener Hofmuseum, daß der Pilz zu *Melittiosporium* gehört.

Das Hypothecium ist dünn und blaß, die Decke bräunlich und fleischig-lederig. Beide sind kleinzellig faserig. Oft sind nur zwei Sporen in den Asci. Die Ascomata sind nicht immer abgerundet, sondern kommen auch länglich vor. Irgendeinen Gattungsunterschied von *Melittiosporium* kann ich nicht erblicken.

397. Melittiosporium Dubyanum Rehm.

Die Untersuchung des Originalexemplares, das ich der Güte des Autors verdanke, zeigte mir, daß der Pilz keine Spur eines Gehäuses besitzt. Die Paraphysen bilden ein ziemlich dickes aus dem schmutzigolivenbraunen schwarzes Epithecium.

Der Pilz ist ein ganz typisches *Arthothelium*, womit auch der sonstige Bau, die oben stark verdickten ovalen Asci, die Blaufärbung des Hymeniums mit Jod usw. ganz übereinstimmen.

Die Art hat daher *Arthothelium Dubyanum* (Rehm) v. H. zu heißen. Es ist eine durch die langgestreckten, linienförmigen Apothecien allerdings eigentümliche Form, deren Gestalt aber eine Folge des Wachstums zwischen den Holzfasern der harten

und dünnen Stengel von *Rosmarinus* ist. Er ist beschrieben in Hedwigia, 1886, 25. Bd., p. 147 und Saccardo, Syll. Fung. XVIII., p. 155.

398. Pleiostictis propolioides Rehm.

Der Pilz zeigt nach dem Originalexemplar eingewachsene Fruchtkörper, die ein dünnes blasses Hypothecium haben. Das Gehäuse ist nur seitlich und oben entwickelt und bildet oben eine unregelmäßig zerreißende und zerfallende, bis über 80 μ dicke, lederig-kohlige, schwarze, kleinzellig parenchymatische Decke. Die Paraphysen sind zahlreich, einfachfädig und oben etwas verdickt, die Asci nur wenig überragend. Die mauerförmig geteilten Sporen sind im reifen Zustande rauchgraubräunlich.

Da ich unter *Stictideen* Pilze mit weichen, nicht kohligen Gehäusen verstehe, kann ich diese Art nicht als solche auffassen und halte sie für eine Pseudophacidiee.

Pleiostictis ist jedenfalls mit *Hysteropsis* nahe verwandt, unterscheidet sich jedoch durch die gefärbten Sporen und das Vorhandensein von vielen Paraphysen.

Auch die Verwandtschaft mit *Tryblidium* ist unverkennbar. Hier ist jedoch ein vollständig entwickeltes Gehäuse und sehr mächtig ausgebildetes Hypothecium vorhanden. Auch brechen die *Tryblidium*-Arten ganz hervor und sitzen schließlich frei auf. Mit *Tryblidium* kann daher nicht, wie Haszlinski (Verhand. zoolog.-bot. Gesellsch., Wien 1887 p. 154) meint, *Pleiostictis* vereinigt werden.

Rehm hielt später (Hyster. und Discomyc., p. 172) die Gattung *Pleiostictis* mit *Melittiosporium* Corda (Icon. Fung. II., p. 37, Fig. 131) für synonym, während Saccardo (Syll. Fung. VIII., p. 703) beide Gattungen getrennt hält, weil die Asci bei *Pleiostictis* im Gegensatze zur anderen nur eine Spore enthalten. Dieser Unterschied fällt aber weg, da Haszlinski (l. c.) bei *Pleiostictis* auch zwei- bis viersporige Asci fand.

Nichtsdestoweniger aber sind *Melittiosporium* und *Pleiostictis* generisch voneinander ganz verschieden wie der Vergleich der Originalexemplare der Typen der beiden Gattungen zeigte.

Es ist daran festzuhalten, daß *Melittiosporium* Corda eine hyalinsporige Stictidee und *Pleiostictis* eine gefärbtsporige Pseudophacidiee ist.

399. Pleiostictis Ilicis v. H.

Fruchtkörper zerstreut, eingewachsen, erst länglich, dann rundlich, feucht 500 bis 800 μ lang, doch oft kleiner, anfänglich geschlossen eingesenkt, dann oben lappig oder unregelmäßig zerreißend und das schwarze Hymenium bloßlegend. Hymenialschichte 120 bis 130 μ dick, aus zahlreichen fädigen, einfachen, oben grünlichen Paraphysen und keuligen, sitzenden oder kurz stielartig verschmälerten, bis etwa 125 = 16 μ großen, zwei- bis achtsporigen Asci bestehend. Hypothecium dünn, blaß; Gehäuse unten kaum, seitlich und oben stark entwickelt, unten blaß, sonst aus dem bräunlich-olivenfärbigen schwarz, kleinzellig parenchymatisch, lederig-kohlig, seitlich bis 130 μ dick, oben eine 80 bis 90 μ dicke, aufreißende Decke bildend. Sporen je nach ihrer Zahl im Ascus sehr verschieden, 16 bis 40 = 7 bis 15 μ groß, mit 4 bis 12 Querwänden und 1 bis 3 Längswänden, länglich, elliptisch-eiförmig, lange hyalin bleibend, zuletzt olivenfärbig.

An verwittertem Zweigholz von *Ilex Aquifolium*, Almbachklamm bei Berchtesgaden, Bayern, leg. Rehm 1908. Stimmt im Baue vollkommen mit *Pleiostictis propolioides* Rehm überein und gehört daher in diese Gattung.

400. Agyriopsis javanica n. sp.

Ascomata weichfleischig, ganz oberflächlich, gleichmäßig zerstreut, unregelmäßig-rundlich, breit aufsitzend, scheibenförmig, bis 300 μ breit und 70 μ dick, trocken gelbbraun und feinmehlig, feucht mehr gelblich, ohne Subiculum, ohne Gehäuse. Hypothecium 15 bis 20 μ dick, blaß, undeutlich kleinzellig-plectenchymatisch. Asci zahlreich, keulig oben abgerundet oder kaum kegelig verschmälert, derbwandig, unten kurzknopfig gestielt, 44 bis 75 = 7·5 bis 8 (meist 60 = 8) μ groß, achtsporig. Sporen drei- bis vierreihig parallel liegend, hyalin, oben abgerundet und keulig bis 3 μ verdickt und gebogen, nach unten allmählich dünner werdend und spitz endigend, sechs-

zellig, leicht in Stücke zerbrechend, 28 bis $33 \simeq 3$ μ; Zellen gleich lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Paraphysen fädig, 1 μ dick, oben wenig verzweigt, die Asci nicht überragend. Epithecium aus einem mehlig-feinkörnigen unterbrochenen, gelbbraunen dünnen, besonders am Rande entwickelten Überzug bestehend. Jod gibt nirgends Blaufärbung.

Ohne Fleckenbildung an der Unterseite der noch lebenden Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java, 1908.

Die Ascomata sind bis zum senkrecht abfallenden Rande fast gleich dick.

Der Pilz weicht, soweit sich aus der Beschreibung ersehen läßt, nur wenig von dem Typus der Gattung: *Agyriopsis Betheli* (E. et Ev.) Sacc. et Syd. ab, der lineäre, aus kugeligen oder elliptischen Zellen, die sich leicht voneinander trennen, bestehende Sporen hat. Möglicherweise würde aber der direkte Vergleich zeigen, daß doch zwei verschiedene Gattungen vorliegen, worauf nicht nur die Sporen, sondern insbesondere auch der körnige Überzug der beschriebenen Art hindeuten.

Agyriopsis? Strychni Rehm (Hedwigia 1900, 39. Bd., p. 216) hat nach der Beschreibung ein Excipulum und eine Art Thallus; es dürfte doch eine Flechte sein.

Der beschriebene Pilz ist eine unzweifelhafte Agyriee (s. diese Fragmente, 1909, VI. Mitt. Nr. 244) und hat so wie *Molleriella* quergeteilte Sporen. Der Unterschied von dieser Gattung liegt in den keuligen Asci, den anders gestalteten, leicht in Stücke zerfallenden Sporen, in der hellen Färbung aller Teile des Pilzes und in dem wenig entwickelten krümmelig-körnigen Epithecium.

Wenn man *Molleriella mirabilis* Wint. mit *Agyriopsis javanica* vergleicht, sieht man sofort, daß zwei generisch verschiedene Pilze vorliegen.

Vielleicht noch näher als *Molleriella* ist *Ascosorus* mit dem beschriebenen Pilze verwandt. Allein als *Cookellacee* kann ich ihn nicht betrachten, da er in keiner Weise an die Plectascineen erinnert, was bei *Ascosorus* entschieden der Fall ist. Trotz des Mangels eines Gehäuses hat er ganz scharf begrenzte Ascomata, was bei *Ascosorus* nicht der Fall ist. Auch das eigentümliche körnige Epithecium fehlt den Cookellaceen

völlig und deutet auf die echte Discomycetennatur desselben hin.

401. Lecideopsella n. g. (Agyrieen).

Blattbewohnend. Ascomata flach angewachsen, oberflächlich, ohne Gehäuse, in eine zarte Randmembran auslaufend, dünn, gelatinös, hellfärbig. Asci eiförmig, achtsporig; Sporen hyalin oder subhyalin, zweizellig. Paraphysen gelatinös, netzig verzweigt, ein dünnes, blasses, häutiges Epithecium bildend. Hypothecium sehr dünn. Jod gibt keine Blaufärbung.

Eine Form, die an *Leptophyma, Phillipsiella, Henningsiella* und *Lecideopsis* erinnert (siehe diese Fragmente 1909, VI. Mitt. Nr. 244).

Lecideopsis hat hervorbrechende, oben schwarze Ascomata und gibt mit Jod Blau- oder Rotfärbung. Als Arthoniee kann ich den Pilz nicht betrachten.

Leptophyma ist sehr ähnlich, hat aber anders gebaute Paraphysen, die ein lockeres, nicht häutiges, farbloses Epithecium bilden, und hat *Articulariella* als Nebenfruchtform. Als *Cookellacee* kann ich den Pilz nicht auffassen.

Phillipsiella hat Paraphysen, die oben kurze schwarze Seitenzweige besitzen und ein lockerfädiges Hypothecium.

Henningsiella hat typisch keine Paraphysen und keulige Schläuche. *Henningsiella Ilicis* (Ell.) v. H. und *H. Laguncula-riae* (Wint.) v. H., welche ich am angegebenen Ort vorläufig in diese Gattung gestellt habe, gehören, wie mich eine erneute Untersuchung lehrte, nicht in dieselbe.

H. Ilicis (Ell.) v. H. betrachte ich jetzt als eine ganz typische *Phillipsiella*, hat also *Ph. Ilicis* (Ell.) v. H. zu heißen.

H. Lagunculariae (W.) v. H. halte ich nun für eine neue Agyrieen-Gattung, die sich an *Lecideopsella* enge anschließt, von ihr aber verschieden ist und von *Molleriella*, der sie am nächsten verwandt scheint, sich hauptsächlich durch die zweizelligen Sporen unterscheidet. Ich nenne sie

Agyronella n. g. (Agyrieen).

Blattbewohnend. Ascomata flach angewachsen, oberflächlich, ohne Gehäuse, dunkel gefärbt, in eine zarte Randmembran

auslaufend, gelatinös. Asci eiförmig, achtsporig. Sporen hyalin, zweizellig. Paraphysen meist bräunlich, oben stark blasig anschwellend und ein braunes zelliges Epithecium bildend. Hypothecium mäßig dick, dunkel. Einzige Art: *Agyronella Lagunculariae* (Wint.) v. H.

Lecideopsella gelatinosa n. sp.

Ascomata hypophyll, zerstreut, oberflächlich, ganz angewachsen, 400 bis 1000 μ breit, zirka 40 μ dick, gegen den Rand dünner werdend und in eine hyaline, sehr zarte, aus 1 bis 2 μ breiten Hyphen bestehende Membran übergehend, gelatinös, graubräunlich. Paraphysen sehr dünn, hyalin, netzig verzweigt, in einer gelatinösen Grundmasse eingelagert, oben ein dünnes, häutiges, bräunliches Epithecium bildend. Asci locker stehend, derb- bis dickwandig, kugelig-eiförmig, unten kurzwarzig vorgezogen, achtsporig, 32 bis 35 = 28 μ. Sporen parallel liegend, eiförmig-länglich, beidendig abgerundet, zweizellig, obere Zelle etwas kürzer und breiter als die untern. Sporen etwas gelblich 16 = 7 μ. Hypothecium, blaß, undeutlich, kleinzellig-plectenchymatisch, sehr dünn. Jod gibt keine Blaufärbung.

Sehr spärlich auf der Unterseite der Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java, 1908.

Trocken bildet der Pilz kleine, rundliche schmutzigbräunliche Flecke und ist wegen seiner Dünne kaum sichtbar. Wie der direkte Vergleich mit *Agyronella Lagunculariae* (W.) v. H. zeigte, können diese zwei Pilze trotz vieler Ähnlichkeit nicht in eine Gattung vereinigt werden. *Agyronella* hat ein ziemlich dickes, dunkles, großzelliges Hypothecium und ganz andere eigentümliche Paraphysen. Die Ähnlichkeit beruht wesentlich nur auf der Form der Ascomata und der Gleichheit von Sporen und Asci. *Agyronella* ist näher mit *Mollericlla* verwandt, die aber mehrzellige Sporen hat.

402. Über einige Phoma-Arten auf Nadelhölzern.

Als auf Coniferen vorkommend, ist eine Anzahl von *Phoma*-Arten beschrieben, die teils miteinander identisch sind, teils nicht in diese Formgattung gehören.

1. *Phoma acuum* C. et E. (Grevillea, VI, p. 83) ist nach dem Originalexemplar in Ellis u. Everh., N. Am. F. Nr. 27 eine mit *Cytospora pinastri* Fries nahe verwandte *Cytospora*.

2. *Phoma pithyophila* (Corda) Sacc. (Syll. Fung., III, p. 101). Der Pilz wurde von Corda 1840 (Icon. Fung., IV, p. 40, Taf. VIII, Fig. 116) als *Sphaeronema* beschrieben, später (1884) von Saccardo zu *Phoma* gestellt, wohin er auch von Jaczewski (N. Mém. soc. natur. Moscou, 1898, Tome XV. (XX), p. 348) gerechnet wird. Oudemans (Proc. Kon. Akd. Wet. Amsterdam, 1904, p. 213) stellte ihn zu *Sclerotiopsis*.

Aus seiner Beschreibung geht hervor, daß er offenbar denselben Pilz vor sich hatte, den Corda beschrieb. Aus derselben ist jedoch auch zu ersehen, daß es sich nicht um eine *Sclerotiopsis* handelt.

Oudemans erwähnt und zeichnet ebensowenig wie Corda Sporenträger. In welcher Weise die Sporen entstehen, ist nirgends angegeben. In der Tat fehlen hier, wie sich gleich zeigen wird, Sporenträger vollkommen. *Sclerotiopsis* hat jedoch nach Spegazzinis Beschreibung lange einsporige Sporenträger. *Sclerotiopsis* steht jedenfalls *Dothichiza* sehr nahe oder fällt mit dieser Gattung zusammen, daher kann *Phoma pithyophila* kein *Sclerotiopsis* sein. Offenbar genau derselbe Pilz ist 1848 von Léveiller als *Sphaeropsis acicola* beschrieben worden. Saccardo stellte diese Art (Michelia 1881, II. Bd., p. 272) zu *Phoma*. Die kurze Beschreibung stimmt gut und die beiden untersuchten Exsikkaten dieser Art in Allesch. und Schnabl, Fungi bavar. Nr. 465 und D. Saccardo, Mycoth. ital. Nr. 739 sind nicht nur miteinander identisch, sondern stimmen auch ganz zu Oudemans genauerer Beschreibung. Die drei in den Fung. gallici ausgegebenen (schlechten) Exemplare (Nr. 677, 1733 und 2837) sind, soweit sich dies noch erkennen läßt, offenbar auch derselbe Pilz.

Endlich ist auch der (Hedwigia 1881, 20. Bd., p. 146) als *Pycnis pinicola* von Zopf beschriebene Pilz mit *Sphaeronema pithyophilum* Corda identisch, wie die Untersuchung des Originalexemplares in Rabenhorst, Fungi europ. Nr. 2546 lehrte. Zopf sagt, daß die Stylosporen nicht auf Sterigmen, sondern unmittelbar von der Wandung abgeschnürt werden,

was nur zum Teile richtig ist. Dieser nach dem Gesagten bisher dreimal beschriebene Pilz ist aber keine *Phoma*. Die Sporen bilden sich nicht acrogen auf Sporenträgern; letztere fehlen völlig.

Der Pilz ist im unreifen Zustande ein hervorbrechendes kleines Sklerotium. Die äußeren Schichten bestehen aus einem grobzelligen, schwarzbraunen, kohlig-ledrigen offenen Parenchym. Dieses geht nach innen allmählich in ein hyalines kleinzelliges Plectenchym über, das an dünnen Querschnitten den Eindruck eines kleinzelligen Parenchyms macht. Die Zellwandungen dieses Gewebes werden dick, knorpelig gelatinös. Schließlich verschleimen die Mittellamellen und die primären Verdickungsschichten, während die innerste Verdickungsschichte fest bleibt. So löst sich das ganze Gewebe in einzelne längliche Zellen auf, welche die Sporen darstellen. Dieser Prozeß beginnt in der Mitte und schreitet allseitig nach außen hin fort. Im reifen Zustande ist das Innere ganz mit freien Sporen, die in einer anfänglich festeren, später dünnen Schleimmasse eingebettet sind, erfüllt, deren Entstehungsweise durch eine schleimige Histolyse des ganzen Gewebes nicht mehr erkannt werden kann. Infolge der Quellung des Inhaltes reißt zuletzt das braune Außengewebe der Pycniden unregelmäßig auf und werden die Sporen frei. Von einer vorgebildeten Öffnung ist nichts zu sehen.

Man sieht, daß man es hier mit einer Form zu tun hat, die in der Art der Sporenbildung von den bisher genügend bekannten Sphaeropsideen völlig abweicht. Sie stellt eine neue Formgattung dar, die ich *Sclerophoma* nenne.

Ganz denselben Bau und dieselbe Art der Sporenbildung hat auch *Sphaeropsis pithya* Thümen (Mycoth. univ. Nr. 1888), ein Pilz, der von Saccardo (Syll. Fung. X, p. 164) als *Phoma pithyella* eingereiht ist und auf dünnen Lärchenzweigen vorkommt. Es ist auch eine *Sclerophoma*. Genau den gleichen Pilz vom selben Standorte hat Thümen im Herb. mycol. oeconomicum Nr. 430 als *Phoma cephaloideum* Th. ausgegeben und beschrieben.

Von *Sphaeronema Piceae* Fiedler (Botan. Zeitung, 1858, XVI. Bd., p. 82) sagt Rabenhorst, daß es von *Sph. pithyo-*

philum Corda kaum verschieden ist. Es muß daher auch eine *Sclerophoma* sein. In der Tat zeigt dies das Exemplar in Jaczewski, Kom., Tranz., Fungi Rossiae Nr. 341, das vollkommen mit einem Exemplar aus Niederösterreich übereinstimmt. Der Pilz ist ganz so gebaut und zeigt dieselbe Art der Sporenbildung wie der Corda'sche. Er scheint nur auf jungen Fichtennadeln vorzukommen und dürfte daher, trotz der größeren Ähnlichkeit, eine eigene Art sein.

Saccardo zählte ihn 1884 (Syll. Fung., III, p. 101) zu *Phoma*, 1902 indes (Syll. Fung., XVI, p. 923) gibt er an, daß es eine mit *Diplodia acicola* Sacc. identische *Diplodia* ist. Dies ist jedenfalls ein Irrtum.

Der Pilz muß nun *Sclerophoma Piceae* (Fiedl.) v. H. heißen. Es ist wahrscheinlich, daß noch mehrere andere auf Nadeln und Zweigen von Coniferen beschriebene *Phoma*-Arten nicht in diese Gattung gehören. Sicher ist, daß *Sclerophoma pithyophila* nicht nur — wie gewöhnlich — auf den Nadeln vorkommt, sondern wie Exemplare vom Sonntagsberg (Niederösterreich) lehren, auch gleichzeitig auf den Zweigen auftreten kann. Diese Zweigform ist aber offenbar die *Phoma pithya* Sacc. Ebenso werden auch andere Formen, die auf Nadeln vorkommen mit jenen, die auf den Fruchtschuppen oder Zweigen auftreten, identisch sein.

Wie mich das Originalexemplar von *Sphaeronema Pini* Desmaz. in Pl. crypt. France, 1860, Nr. 764 (Ann. des Sc. nat. sér. 3, t. 10, p. 347) gleich *Phoma Pini* (Desm.) Sacc. Syll. Fung. III, p. 101, lehrte, ist die Art trotz ihrer Kleinheit auch eine *Sclerophoma*.

Die Pycniden sind kugelig, 50 bis 100 μ breit und sitzen mit einem kurzen, etwa 35 μ breiten und 20 μ hohen, aus parallelen Reihen von braunen Hyphen bestehenden Stiel in den Vorhöfen der Spaltöffnungen der Fichtennadeln. Sie stehen daher ganz oberflächlich und in regelmäßigen Längsreihen. Ihre Konsistenz ist knorpelig-gelatinös. Die äußeren Zellagen bestehen aus dunkelrotbraunen polyedrischen Zellen. Der Kern aus einem kleinzelligen farblosen Scheinparenchym, das schließlich durch schleimige Histolyse die Sporen bildet, welche elliptisch, einzellig, hyalin und 6 bis 7 ≃ 3 μ groß sind.

Der Pilz hat *Sclerophoma Pini* (Desm.) v. H. zu heißen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß *Phoma Abietis* Briard derselbe Pilz ist. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß wenigstens der größte Teil der *Phoma*-Arten der Abietineen zu *Sclerophoma* gehören.

Sclerophoma n. g.

Pycniden hervorbrechend oder oberflächlich, anfänglich sklerotiumartig, schwarz, ohne Ostiolum. Kern kleinzellig, plectenchymatisch, Sporen hyalin, einzellig länglich, durch schleimige Histolyse des Kerngewebes entstehend.

1. Sclerophoma pithyophila (Corda) v. H.

Syn.: *Sphaeronema pithyophilum* Corda, 1840.
Phoma pithyophila (Cda.) Sacc., 1884.
Sphaeropsis acicola Lév., 1848.
Phoma acicola (Lév.) Sacc., 1881.
Pycnis pinicola Zopf., 1881.
Phoma pinicola (Zopf.) Sacc., 1884.
Sclerotiopsis pithyophila (Corda) Oud., 1904.

2. Sclerophoma pithya (Thümen) v. H.

Syn.: *Sphaeropsis pithya* Thümen, 1876.
Phoma pithyella Saccardo, 1892.
Phoma cephaloideum Thüm.

3. Sclerophoma Piceae (Fiedl.) v. H.

Syn.: *Sphaeronema Piceae* Fiedler, 1858.
Phoma Piceae (Fiedl.) Sacc., 1884.

4. Sclerophoma Pini (Desm.) v. H.

Syn.: *Sphaeronema Pini* Desmaz. 1848.
Phoma Pini (Desm.) Sacc., 1884.

403. Actinothyrium minutum n. sp.

Pycniden zerstreut, halbiert-schildförmig, oberflächlich, rundlich, schwarz, 120 bis 150 μ breit; Membran nur oben entwickelt, oliven-gelbbraun, gegen den Rand blässer, aus einer Lage von radiären 3 bis 4·5 μ breiten, etwas wellig verlaufenden, verzweigten, aus 4 bis 8 μ langen Gliedern beste-

henden Zellreihen bestehend, die sich von der Mitte aus leicht voneinander trennen, wodurch die Pycniden sternförmig-faserig weit aufspringen. Rand ganz oder kaum kurz fimbriat, in eine äußerst zarte, hyaline, aus 1 bis 2 μ breiten zartwandigen Hyphen bestehende Subicular-Membran, die der Epidermis fest angewachsen ist und sich mit Jod schön violettrosa färbt, übergehend. Basalschichte dünn, kleinhyalinzellig; Sporenträger sehr kurz. Sporen hyalin, nadelförmig, gerade oder schwach gekrümmt, nach oben stark verschmälert und spitz, unten stumpf, schließlich vier- bis siebenzellig, mit feinkörnigem Inhalt, 33 bis 52 = 2 bis 3 μ.

Auf der Unterseite lebender Blätter von *Paratropia* sp. im Walde von Tjibodas, Java 1908.

Die beschriebene sehr kleine Art weicht von dem Typus der Formgattung: *A. graminis* Kunze (Kunze und Schmidt, Mykolog. Hefte II, p. 81, Taf. II, Fig. 3) durch die am Rande kaum fimbriate und in ein dünnes der Blattepidermis angewachsenes Häutchen übergehende Pycniden-Membran ab. Indessen hat mir der direkte Vergleich gezeigt, daß diese Abweichungen gegenüber der sonstigen generischen Übereinstimmung keine Bedeutung haben.

Die Gattungsdiagnose von *Actinothyrium* in Sacc. Syll. III, p. 658 ist nicht sehr glücklich gegeben und paßt auch auf den Typus nicht gut.

Die Leptostromaceen zerfallen in ganz oberflächliche und in eingewachsene, welche zu ganz verschiedenen Familien der Ascomyceten als Nebenfruchtformen gehören. Die ersteren wohl hauptsächlich zu den Microthyriaceen und Hysterineen, die letzteren zu den Hypodermieen, Phacidieen und Dothideaceen. Daher muß auf diesen Umstand das Hauptgewicht bei ihrer Einteilung gelegt werden, was bisher nicht geschehen ist.

Die Folge davon sind Verwirrungen. So ist der Gattungstypus *Melophia ophiospora* (Lév.) Sacc. (wie auch die zweite Art dieser Gattung) offenbar ein oberflächlich wachsender Pilz, während Saccardo sagt (Syll. III., p. 658), daß *Melophia* eine *Melasmia* mit fadenförmigen Sporen ist. In der Tat besteht ein großer Teil der später aufgestellten *Melophia*-Arten aus eingewachsenen *Melasmia*-artigen Pilzen. Ordnung könnte hier

nur durch Untersuchung der Original-Gattungstypen geschaffen werden.

404. Über Septogloeum carthusianum Sacc.

Der zuerst (Michelia I, p. 93) als *Gloeosporium*, später (Michelia II, p. 11) als *Septogloeum* beschriebene und in den Fung. ital., Taf. 86, abgebildete Pilz ist nach dem Exemplar in Kabát et Bubák, Fung. imperf. exsic., Nr. 83, das wie das Original ebenfalls aus Venetien stammt und unzweifelhaft richtig bestimmt ist, keine *Melanconiee* sondern eine *Ramularia*. Die einfachen, kurzen, einzelligen Sporenträger treten in dichten Büscheln durch die Spaltöffnungen heraus und erweitern dieselben stark, da sie manchmal bis 80 μ breite Rasen bilden. Erst außerhalb der Epidermis werden die hyalinen, meist gekrümmt-zylindrischen, zwei- bis sechs-, meist drei- bis vierzelligen bis 40 × 9 μ großen Conidien endständig gebildet.

Unter Melanconieen verstehe ich nur solche gehäuselose Conidienpilze, die noch im Substrate eingeschlossen Sporen bilden, durch deren Entwicklung erst die Decke gesprengt wird. Das ist hier nicht der Fall.

Der Pilz hat zu heißen *Ramularia carthusiana* (Sacc.) v. H.

405. Über Hymenopsis Cudraniae Massee.

Von diesem in Bullet. Miscell. Inform. Roy. Gard. Kew, 1899, p. 167 (Sacc. Syll. Fung. XVI, p. 1105) beschriebenen Pilze konnte ich das Originalexemplar untersuchen. Dasselbe zeigte mir, daß derselbe eine (nicht ganz typische) *Melasmia* ist, die wahrscheinlich zu einer (noch nicht bekannten) Phacidieengattung als Nebenfruchtform gehört. Die Gattung *Melasmia* in ihrem häutigen Umfange ist eine Mischgattung, die mindestens dreierlei formgenerisch verschiedene Arten enthält, was nur durch Untersuchung der Originalexemplare festgestellt werden könnte.

Der Pilz entwickelt sich zwischen der Epidermis und Cuticula auf der Blattoberseite in Gruppen zu etwa 10 bis 20 an oft fast die Hälfte der kleineren Blätter umfassenden gelbbräunlich verfärbten und stark verdickten Flecken, und bildet einen bis mehrere Millimeter breite, ganz flache, schwarze,

etwa 50 bis 60 μ dicke, unregelmäßig rundliche, oft zusammenfließende Pycniden (eigentlich Stromata), deren schwarze opake, 12 bis 15 μ dicke kohlige, aber nicht brüchige, mit der Cuticula des Blattes fest verwachsene Decke sich vom Rande aus ablöst. Unter diesen Pycniden sind die Epidermiszellen abgestorben und ganz mit braunem Hyphengewebe erfüllt. Die Basalschichte der Pycniden ist fest mit der Epidermis verwachsen und ganz eben. Sie ist etwa 12 bis 20 μ dick und besteht aus senkrechten palisadenartig dicht verwachsenen, septierten, 2 μ breiten braunen Hyphen, die in die hyalinen, dicht parallel stehenden, einfachen, 8 bis 12 μ langen Sporenträger übergehen, welche massenhaft subhyaline stäbchenförmige oder länglich-elliptische, einzellige, aber meist mit geteiltem Plasma versehene, 4 bis 5·5 = 1·5 bis 2·5 μ große Sporen bilden, welche schleimig miteinander verbunden sind, und in Massen blaß graubräunlich erscheinen. Gegen den Rand werden die Pycniden (Stromata) dünn, dasselbst ist das Hymenium nicht entwickelt und reicht die braune Basalschichte bis zur Decke.

Als Typus der Gattung *Melasmia* Lév. muß *M. acerina* Lév. betrachtet werden. Diese ist ganz ähnlich wie der beschriebene Pilz gebaut, nur ist die Basalschichte der Pycniden fast hyalin und wenig entwickelt, und sind die Sporen ganz hyalin und dünn stäbchenförmig.

Richtiger wird es sein, den Pilz als Stroma mit nur einem kontinuierlichen Hymenium aufzufassen. Er hat bis auf weiteres *Melasmia Cudraniae* (Mass.) v. H. zu heißen. Ob die Gattung *Lasmenia* Speg. (Sacc. Syll. X, p. 425) in Betracht kommt, ist mir bei der Kleinheit der Stromata bei dem Typus der Gattung: *Lasmenia Balansae* Speg. (Balansa, Plant. du Paraguay, Nr. 3750) sehr zweifelhaft, um so mehr als nach Fl. Tassi (Sacc. Syll. XVII, 841) dieser Typus eine *Auerswaldia* sein soll. Leider zeigt mein Originalexemplar keine Spur des Pilzes.

406. Über Dacrymyces hyalinus Lib. und **Kmetia exigua** Bres. et Sacc.

Dacrymyces hyalinus Libert wurde 1837 in Lib. pl. crypt. Ard., Nr. 333 und später in den Fung. gallici exs., Nr. 2217 in

Originalexemplaren ausgegeben. Die Originalbeschreibung ist nur ganz kurz und ungenügend (Fries, Hym. europ., p. 700; Sacc. Syll. Fung. VI, p. 801). Später gab Saccardo in Syll. Fung. IX., p. 260 (nach Karsten?) eine kurze mikroskopische Beschreibung des Pilzes, nach welcher dieser fadenförmige, 1 μ breite Sporen hat. Damit stimmt das Originalexemplar in der Tat überein.

Pionnotes pinastri Karsten (Hedwigia 1888, 27. Bd., p. 105) ist genau der gleiche, an faulenden Föhrennadeln nicht seltene Pilz.

Derselbe Pilz wurde 1890 in Roumeguère Fung. gallici, Nr. 5204 unter dem Namen *Dacryomyces acuorum* F. et R. ausgegeben (Revue mycol. 1890, XII. Bd., p. 61) und hierauf 1895 (Revue mycol. XVII, p. 167) als *Dendrodochium subtile* von Fautray bezeichnet und ganz unrichtig beschrieben. Derselbe Pilz ist offenbar auch *Cylindrocolla Pini* Fautray (Bullet. soc. mycol. France, 1899, XV. Bd., p. 153).

Derselbe Pilz ist auch nach dem Originalexemplare in Krieger, F. sax., Nr. 995, *Cylindrosporium acicolum* Bres. (Hedwigia, 33. Bd., 1894, p. 208). Nach Nylander und Karsten (Mycol. fennica, I, p. 143) gehört es wahrscheinlich zu *Belonium pineti* (Batsch.).

Der Pilz gehört in keine der genannten Gattungen, sondern stellt eine eigene Formgattung dar, die ich (in diesen Fragmenten 1907, III. Mitt., Nr. 155, p. 154) *Linodochium* genannt habe.

Der Pilz muß *Linodochium hyalinum* (Lib.) v. H. genannt werden.

Die Sporodochien sind oberflächlich, flach und breit angewachsen. Sie bilden auf den Föhrennadeln zerstreute, gelbbräunliche bis 1 bis 2 *mm* lange, längliche oder unregelmäßige Flecke. In Wasser gequollen ist der Pilz etwa 200 μ dick. Er besteht aus einer 8 bis 15 μ dicken, hellbraunen, äußerst kleinzellig-plectenchymatischen Basalschichte, die am Rande allmählich ausläuft und mit kurzen, etwa 2 μ dicken, hyalinen, büschelig-wirtelig verzweigten dichtstehenden Sporenträgern bedeckt ist.

Die hyalinen Sporen liegen in mehreren Schichten übereinander dicht parallel. Sie sind zylindrisch-fadenförmig, einzellig, mit kleinen Öltröpfchen versehen, an den Enden nicht verschmälert und stumpf, meist 46 bis 64 = 1·3 μ groß und selten bis über 70 μ lang. Sie sitzen an den kurzen Sporenträgern und deren Zweigen, end- oder seitenständig, einzeln oder zu zwei bis drei wirtelig.

Linodochium n. g. (Tuberc. muced. scolecosp.).

Sporodochien flach, oberflächlich, breit angewachsen. Basalgewebe dünn und flach, sehr kleinzellig-plektenchymatisch. Sporenträger dichtstehend, kurz, büschelig-wirtelig verzweigt. Sporen fadenförmig, einzellig, nicht in Ketten, end- oder seitenständig an den Sporenträgern und deren Zweigen.

Linodochium hyalinum (Libert.) v. H.

Syn.: *Dacrymyces hyalinus* Libert. 1837.
Pionnotes pinastri Karsten 1888.
Dacryomyces acuorum F. et R. 1890.
Cylindrosporium acicolum Bres. 1894.
Dendrodochium subtile Fautr. 1895.
Cylindrocolla pini Fautr. 1899.

Nach der Beschreibung könnte man meinen, daß die Gattung *Linodochium* mit *Kmetia* Bres. et Sacc. (Syll. Fung., 1902, XVI. Bd., p. 1158) nahe verwandt ist, ja sogar mit ihr zusammenfällt. Indessen zeigte mir die Untersuchung des Originalexemplares von *Kmetia exigua* Bres. et Sacc., das ich Herrn J. Bresadola verdankte, daß die Gattung *Kmetia* gar nicht zu den Tuberculariеen gehört, sondern zu den *Nectrioidaceae-Ollulеae*. Der Pilz hat blaßgelbliche, anfangs kugelige, geschlossene Gehäuse, deren dünne Wandung aus ein bis zwei Schichten von parallelen Hyphen aufgebaut ist, die 2 bis 3 μ dick sind. Später öffnen sich die Pycniden oben radialfaserig und breitet sich die Wandung schalenförmig aus. Die nadelförmigen Sporen stehen auf kurzen, einfachen, parallelen Sporenträgern und füllen die Pycniden ganz aus.

Kmetia ist mit *Trichosperma* Speg. sicher verwandt.

Namensverzeichnis.

Seite

Acanthostigmella orthoseta n. sp. 1201
Actinothyrium minutum n. sp. 1234
Agyriopsis javanica n. sp. 1227
Agyronella Laguncularіae (Wint.) v. H. 1230
Antennaria ericophila Link. 1196
» *pinophila* Nees. 1197
» *scoriadea* Berk. 1197
Antennularia ericophila (Link) 1198, 1201
Apiospora apiospora (Dur. et Mont.) v. H. 1214
» *Montagnei* Sacc. 1214
Apiosporium brasiliense Noak. 1163
» *Brassicae* (Lib.) Fckl. 1160
» *Fumago* Fckl. 1161
» *Hyphae* Fckl. 1160
» *pinophilum* Fckl. 1161, 1197
» *profusum* Fckl. 1160
» *quercicolum* Fckl. 1161
» *Rehmii* Syd. 1160, 1200
» *Salicis* Kze. 1159
» *stygium* (Wallr.?) 1160
» *Tremulicolum* Fckl. 1161
» *Ulmi* Fckl. 1161
Apiosphaeria guaranitica (Speg.) v. H. 1218
» var. *major* Speg. 1218
Arthothelium Dubyanum (Rehm.) v. H. 1225
Aschersonia sclerotioides P. Henn. 1183, 1184
Asteridium dimerosporoides Speg. 1165
» *dothideoides* E. et Ev. 1163
» *peribebuyense* Speg. 1163
Asterina Cyathearum Rac. 1167
Atichia glomerulosa (Ach.) 1161
Bertia (Rehmiomyces) oxyspora (P. et S.) v. H. 1209, 1213
Bombardiella caespitosa n. sp. 1192
Byssonectria javanica (P. et S.) v. H. 1180
Calonectria javanica (P. et S.) v. H. 1180

Seite

Capnodium salicinum Mont. 1161, 1198
» *Tiliae* Fckl. 1198
Ceratosphaeria quercina P. Henn. 1204
Ceratostomella polyrhyncha P. et S. 1205, 1206
Clypeolum amazonicum C. et M. 1174
» *atro-areolatum* Speg. 1174
» *brasiliense* Speg. 1174
» *chalybeum* Rehm. 1176
» *circinans* Pat. 1175
» *dissiliens* Cke. 1175
» *dothideoides* Speg. 1165, 1175
» *Hieronymi* Rehm. 1174
» *Hymenophyllii* H. et N. 1174
» *Loranthi* K. et H. 1174
» *megalosporum* Speg. 1174
» *minutissimum* Speg. 1174
» *scutelliforme* Rehm. 1174
» *sparsum* Mass. 1174
» *sulcatum* Starb. 1174
» *Talaumae* Rac. 1175, 1176
» *vulgare* Rac. 1176
» *zeylanicum* C. et M. 1174
Coleroa Straussii (S. et R.) v. H. 1162, 1196
Cryptothecium javanicum P. et S. 1179
Curreya (Curreyella) larigna (L. et F.) v. H 1223
Cylindrocolla Pini Fautrey 1238, 1239
Cytospora pinastri Fr. 1231
Dacryomyces acuorum F. et R. 1238, 1239
» *hyalinus* Lib. 1237, 1239
Delpontia pulchella P. et S. 1225
Dendrodochium subtile Fautrey 1238, 1239
Didymella Barbieri (W.) Sacc. 1191
Dimerosporiella Amomi (B. et Br.) v. H. 1178
Dimerosporiopsis Engleriana P. H. 1162
Dimerosporium Englerianum P. H. 1161
Dothidea basirufa B. et C. 1214, 1221
Dothidella Glaziovii All. et P. H. 1218

Seite

Fleischeria sclerotioides (P. H.) v. H. 1182
Giberella dimerosporoides (Speg.) v. H. 1165
Halbania cyathearum Rac. 1167
Hemingsiella Ilicis (Ell.) v. H. 1229
» *Lagunculariae* (Wint.) v. H. 1229
Heteronectria spirillospora P. et S. 1188
Hymenopsis Cudraniae Mass. 1236
Hypocrella guaranitica Speg. 1184
» *marginalis* P. H. 1184
» *Reineckeana* P. Henn. 1184
Hypospila ordinata (Fr.) Bon. 1204
Hysteropsis culmigena Rehm. 1222
» *laricina* v. H. 1211, 1223
» *larigna* (L. et F.) v. H. 1223
Kmetia exigua Bres. et Sacc. 1237
Kriegeria Eriophori Bres. 1157
Lambro Raciborski 1217
Lasiosphaeria ovina (P.) 1188
Lecideopsella gelatinosa n. sp. 1230
Lentomita patellata (P. et S.) v. H. 1190
Leptosporella rhoina (E. et Ev.) v. H. 1211
Limacinia fernandeziana Neg. 1160, 1199
Limacinula javanica Zimm. 1200
» *samoënsis* v. H. 1164, 1178, 1182, 1193, 1201
Linodochium hyalinum (Lib.) v. H. 1238, 1239
Massarinula appendiculata Tassi 1191
» *Barbieri* (West.) Rehm. 1191
» » f. *subalpina* Rehm. 1192
Melanopsamma patellata P. et S. 1189
Melasmia Cudraniae (Mass.) v. H. 1237
Meliola amphitricha Fr. 1172
corallina Mont. 1172
» var. *javanica* v. H. 1171, 1172
heteroseta n. sp. 1169
pectinata n. sp. 1170
Melittiosporium Carestianum Sacc. 1225
» *coeruleum* Rehm. 1224

Seite

Melittiosporium Dubyanum Rehm. 1225
Melophia ophiospora (Lév.) Sacc. 1235
Metasphaeria Callunae Fautrey 1191
» *scpincola* (B. et Br.) Sacc. 1191
» » var. *Barbieri* (West.) v. H. 1191
Microcyclus Koordersii P. Henn. 1214
Micropeltis aeruginosa Wint. 1188
» *bisepiata* n. sp. 1168
Microthyriella malacoderma v. H. 1173
Morenoëlla dothideoides (E. et E.) v. H. 1163
Munkiella Caà-guazii Speg. 1216
» *guaranitica* Speg. 1216
» *impressa* Speg. 1216
» *melastomata* n. sp. 1220
» *pulchella* Speg. 1218
Mycoglaena subcoerulescens (Nyl.) v. H. 1210, 1211
Myxasterina Strychnii v. H. 1167
Naetrocymbe fuliginea Körb. 1201
Nectria albicans Starb. 1186
» *albofimbriata* P. et S. 1186
» *brasiliensis* (P. H.) v. H. 1186
» *caesariata* Pat. 1186
» *dealbata* B. et Br. 1186
» *(Neohenningsia) dolichospora* P. et S. 1185, 1186
» *gigantea* Speg. 1186
» *leucoloma* Starb. 1186
» *leucotricha* P. et S. 1186
» *macrostoma* B. et C. 1184
» *Musae* Pat. 1186
» *silvana* Mout. 1186
» *stellulata* (Koord.) v. H. 1186
» *suffulta* B. et C. 1186
Odontotrema hemisphaericum (Fr.) 1207, 1208
Ophiognomonia caulicola n. sp. 1213
Perisporium Brassicae Libert. 1160
Phillipsiella Ilicis (Ell.) v. H. 1229
Phoma acicola (Lév.) Sacc. 1234

Seite

Phoma acuum C. et E. 1231
» *cephaloideum* Thüm. 1232, 1234
» *Piceae* (Fiedl.) Sacc. 1234
» *Pini* (Desm.) Sacc. 1234
» *pinicola* (Zopf.) Sacc. 1234
» *pithyella* Sacc. 1232, 1234
» *pithyophila* (Cda.) Sacc. 1231, 1234
Phyllachora Crotonis Cke. 1166
» *Dalbergiae* Nssl. 1219
» » var. *macrasca* Sacc. 1219
» *Julocrotonis* Bres. 1166
Pionnotes pinastri Karst. 1238, 1239
Pisomyxa Amomi B. et Br. 1176, 1178
Platygloea Eriophori (Bres.) v. H. 1159
Pleiostictis Ilicis v. H. 1227
» *propolioides* Rehm. 1224, 1226
Plowrightia Balanseana S. R. et Berl. 1216
» *basirufa* (B. et C.) v. H. 1222
» *Koordersii* (P. H.) v. H. 1214
Pseudomassaria chondrospora (Ces.) Jacz. 1215
Pseudorhynchia polyrhyncha (P. et S.) v. H. 1206
Pterydiospora javanica P. et S. 1190
Pycnis pinicola Zopf. 1231, 1234
Raciborskiella Talaumae (Rac.) v. H. 1176
Ramularia carthusiana (Sacc.) v. H. 1236
Scirrhia rimosa (A. et S.) 1214
Sclerophoma Piceae (Fiedl.) v. H. 1233, 1234
» *Pini* (Desm.) v. H. 1234
» *pithya* (Thüm.) v. H. 1234
» *pithyophila* (Cda.) v. H. 1233, 1234
Sclerotiopsis pithyophila (Cda.) Oud. 1234
Sclerotium apiosporoides Speg. 1160
» *Brassicae* (Lib.) v. H. 1160
» *Salicis* (Kze.) v. H. 1160
Scolecopeltopsis aeruginea (Zimm.) v. H. 1187, 1188
» *transiens* n. sp. 1176, 1186
» *tropicalis* Speg. 1188

Seite

Septogloeum carthusianum Sacc. 1236
Sphaeria ordinata Fr. 1204
Sphaeronaema Piceae Friedler 1232, 1234
» *Pini* Desm. 1233, 1234
» *pithyophilum* Cda. 1231, 1232, 1234
Sphaeropsis acicola Lev. 1231, 1234
» *pithya* Thüm. 1232, 1234
Stictis versicolor Fr. 1223
Stilbocrea macrostoma (B. et C.) v. H. 1185
Teichosporella dura (Fckl.) Sacc. 1207
Trabutia crotonicola Rehm. 1166
» *dothideoides* (Speg.) v. H. 1167
„ *quercina* (Rud.) 1166
Treubiomyces pulcherimus n. sp. 1181
Venturia sphaerelloidea n. sp. 1203
Verrucaria acuminans Nyl. 1211
» *subcoerulescens* Nyl. 1211
Winteria aterrima Hazsl. 1209
» *coerulea* E. et E. 1209, 1211
» *crustosa* E. et Ev. 1209
» *culmigena* K. et M. 1209
» *excellens* Rehm. 1208
» *intermedia* Sacc. et Fautr. 1209, 1211
» *laricina* v. H. 1209, 1223
» *lichenoides* Rehm. 1208
» *lobata* Fr. et Earl. 1209
» *ordinata* (Fr.) Sacc. 1204, 1208
» *oxyspora* P. et S. 1209, 1212
» *rhoina* E. et E. 1209, 1211
» *subcoerulescens* (Nyl.) Rehm. 1209, 1211
Winterina tuberculifera E. et E. 1209, 1211
» *Zahlbruckneri* Bäuml. 1209
Zignoëlla dolichospora Sacc. 1204, 1208
» *ordinata* (Fr.) Sacc. 1204
Zukalia loganiensis S. et B. 1165, 1179
» *parasitans* n. sp. 1178, 1179

Tafelerklärungen.

Tafel I.

Limacinula samoënsis v. H.

Medianschnitt durch ein Perithecium mit dem Subiculum auf der Epidermis (180 : 1); ein voller und ein leerer Ascus (270 : 1); vier Sporen (300 : 1); *Torula*-Hyphen (200 : 1); *Triposporium*-Sporen auf dem Subiculum (250 : 1); Pycnide auf Hyphen (180 : 1).

Tafel II.

Raciborskiella Talaumae (Rac.) v. H. (oben).

Medianschnitt durch die Flechte (140 : 1); die Epidermis, die Gonidienschichte und das Hyphengewebe des Thallus von oben gesehen (150 : 1); zwei Asci mit Paraphysen und drei Sporen (400 und 800 : 1).

Meliola corallina Mont. (untere Figur).

Medianschnitt durch ein Perithecium, mit dem Subiculum und dem unteren Teile einer Borste (300 : 1). Zwei Hyphenstücke mit Hyphopodien, von welchen die köpfigen deutlich den Porus zeigen (200 : 1).

Die beiden Tafeln sind vom Assistenten Josef Weese in Wien nach meinen Präparaten gezeichnet.

J. Weese, del. Lit. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math. naturw. Klasse, Bd. CXVIII. Abt. I. 1909.

Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit

(II. Mitteilung)

von

Paul Fröschel.

Ausgeführt mit Subvention aus dem Legate Scholz.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 6 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

Erster Teil.

Einleitung.

In der ersten Mitteilung (10) über diesen Gegenstand hatte sich als allgemeines Resultat das Gesetz ergeben, daß die Präsentationszeit der Lichtintensität verkehrt proportioniert ist, mit anderen Worten, daß zur Erzielung einer eben merklichen heliotropischen Reaktion für jedes Pflanzenorgan eine ganz bestimmte, konstante Lichtmenge erforderlich ist. Geometrisch dargestellt, ergab die Kurve der Präsentationszeiten in ihrer Abhängigkeit von der Lichtintensität eine gleichseitige Hyperbel, die die Koordinatenachsen zu Asymptoten hat. So verständlich, ja selbstverständlich dieses Ergebnis erschien, wurde es doch damals in Anbetracht des Umstandes, daß es nur an einem Objekte gewonnen wurde und die Methodik viel an Exaktheit zu wünschen übrig ließ, mit einer gewissen Reserve ausgesprochen. Ich hatte vor, eine Anzahl anderer Pflanzen zu gleichen Experimenten heranzuziehen und an ihnen die Gültigkeit des »Hyperbelgesetzes« zu erproben. Es ergab sich ferner als zweites wichtiges Resultat, daß bei sukzessiver Steigerung

der Lichtintensität die Präsentationszeit sich auf 2 Sekunden herabdrücken ließ — eine Zeit, die gegenüber den Angaben Czapek's für *Phycomyces*, bei dem die Präsentationszeit 7 Minuten betrug, als verblüffend kurz erscheinen mußte. »Es ist wohl kaum zu zweifeln«, schrieb ich damals, »daß bei noch stärkeren Intensitäten, wie sie uns die Nernstlampe oder das direkte Sonnenlicht vorstellen, die Präsentationszeiten sich auf Bruchteile von Sekunden herabdrücken lassen.«

Diese beiden Resultate — die Gültigkeit des Hyperbelgesetzes und die aus dem Gesetze sich ergebende Postulierung sehr kurzer Präsentationszeiten — wurden früher und ausgiebiger bestätigt, als man nur erwarten konnte. Denn nicht lange nach der Publikation meiner ersten Ergebnisse erschienen völlig bestätigende und ergänzende Nachrichten aus dem Utrechter botanischen Institute. Zunächst ein Referat aus der Feder des Herrn Prof. Went (19), dann die ausführliche Untersuchung seines Schülers A. H. Blaauw über »Die Perzeption des Lichtes« (3). Auf diese großzügige Arbeit wird hier mehrmals zurückzukommen sein. An dieser Stelle sei bloß festgehalten, daß Blaauw völlig unabhängig von mir die gleiche Frage untersucht und zur Erkenntnis der gleichen Gesetzmäßigkeit gelangt war. Durch Anwendung sehr hoher Lichtintensitäten konnte er die Präsentationszeit auf die unglaublich kurze Zeit von $^1/_{1000}$ Sekunde herabdrücken!

Unterdessen hatte ich die tierphysiologische Literatur durchsucht und dort eine große Zahl völlig bestätigender Resultate gefunden. Ich will daher zunächst eine Übersicht über die hierhergehörigen Gesetzmäßigkeiten der tierischen und pflanzlichen Reizphysiologie geben und daran zeigen, daß das Hyperbelgesetz und eine Reihe anderer Gesetzmäßigkeiten nichts anderes als spezielle Ausflüsse einer allgemeinen, zudem ganz verständlichen Beziehung sind. Indes soll diese Übersicht hier nur knapp gehalten sein. Eine ausführlichere Darstellung habe ich in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift veröffentlicht (11).

Es ist ein glücklicher Umstand, daß gerade für den Lichtreiz die analogen Fragen in der Sinnesphysiologie eine so oftmalige experimentelle Behandlung erfahren haben, daß ein

abschließendes Urteil durchaus möglich erscheint, das zudem mit den botanisch-reizphysiologischen Ergebnissen völlig harmoniert.

Den Anfang einer Fragestellung über die Art der Beziehung, in welcher Reizintensität und Reizdauer einer Lichtquelle stehen müssen, um eine Perzeption auf der Retina des menschlichen Auges zu ermöglichen, finden wir bei Richet und Bréguet im Jahre 1879. Durch methodisch relativ einfache Untersuchungen gelangten sie bereits zur Erkenntnis folgender Sätze (zitiert und übersetzt nach Charpentier, siehe weiter unten):

1. Ein schwaches Licht, das deutlich perzipiert wird, wenn es einige Zeit auf die Netzhaut wirkt, wird unsichtbar, wenn seine Dauer sich vermindert.

2. Um es wieder sichtbar zu machen, genügt es, das Licht entweder intensiver zu machen, oder seine Einwirkungsdauer zu vergrößern.

Diese beiden Sätze verraten deutlich, daß den beiden Autoren bereits eine Ahnung über die bestehende Gesetzmäßigkeit aufging. Mangels numerischer Angaben konnten sie indes zu einer klaren Erkenntnis derselben nicht gelangen. Um aber solche numerische Werte zu erhalten, ging der französische Physiologe Bloch (4), mit besserer Methodik ausgerüstet, an die Behandlung folgender präziser Fragestellung:

1. Wenn man die Reizdauer variiert, wie muß sich dann die Lichtintensität ändern, damit die Gesichtsempfindung nicht die Zeit habe, in Erscheinung zu treten?

2. Gibt es eine Beziehung zwischen Reizdauer und Lichtintensität?

Ohne in die Details der Untersuchung einzugehen, teilt Bloch bloß mit, daß innerhalb eines Zeitintervalls von 0·00173 Sekunden und 0·0518 Sekunden die Lichtintensitäten in genau inverser Proportion zur Reizzeit stehen, d. h. bei doppelter Intensität brauchte man nur die halbe Zeit zu belichten, um an die Grenze des Ebenausbleibens der Gesichtsempfindung zu gelangen.

Man sieht, dies ist nichts anderes als das Hyperbelgesetz.

Die Reserve jedoch, mit der Bloch das Gesetz der inversen Proportionalität zwischen Reizintensität und Reizdauer aussprach, veranlaßte 5 Jahre später den Physiologen Charpentier (5) die ganze Frage von neuem zum Gegenstand einer sehr gründlichen und methodisch ungleich reiferen Untersuchung zu machen.

Es ist hier nicht der Ort, auf die interessante Methodik Charpentier's näher einzugehen.[1] Bloß das Resumé seiner Untersuchungen sei wiedergegeben, welches besagt, daß innerhalb der Zeitgrenzen 0·0021 und 0·125 Sekunden Reizdauer und Reizintensität einander verkehrt proportioniert sind. Mit anderen Worten, daß zur Erzielung der minimalen Gesichtsempfindung eine konstante Lichtmenge erforderlich ist.

Nun aber kommen wir das erste Mal zu Ergebnissen sinnesphysiologischer Forschung, die den bisher referierten, so schön zusammenstimmenden Resultaten widersprechen. Es handelt sich um eine Untersuchung von Grijns und Noyons (12), die wieder die Frage nach der Beziehung zwischen Reizdauer und Reizintensität zum Gegenstande hat. Die beiden Autoren fanden, daß die zur Erzielung einer minimalen Gesichtsempfindung nötige Lichtmenge durchaus nicht immer die gleiche ist, vielmehr bei einer Reizzeit von 2 bis 3 Tausendstel Sekunden einen minimalen Wert erlangt. Dementsprechend fällt auch die Kurve der Präsentationszeiten nicht konstant gegen die Abszissenachse ab, wie das ja eine Hyperbelkurve tun muß, sondern hebt sich jenseits der Abszisse $^{3}/_{1000}$ wieder empor!

Dieser Widerspruch blieb jedoch nicht lange bestehen. Denn die gleiche Frage wurde noch zweimal experimentell behandelt, und zwar von J. v. Kries (13) im Jahre 1906 und von O. Weiß und Ernst Lacqueur (18) im Jahre 1908.

J. v. Kries hatte seine Untersuchungen zu anderem Zweck unternommen, wobei sich, obwohl nicht angestrebt, die gleiche Beziehung zwischen Reizintensität und Reizdauer ergab, die schon Charpentier experimentell sichergestellt hatte. Auch

[1] Die Details sind in meinem Referat in der Naturwiss. Wochenschrift zu finden.

v. Kries findet zwischen Reizzeiten von 0·0075 und 0·125 Sekunden die bekannte inverse Proportionalität. Es sei eine seiner Tabellen teilweise wiedergegeben.

Expositionszeit	Lichtintensität	Produkte
0·0125 Sek.	59·9	0·799
0·016 »	50·0	0·780
0·025 »	34·50	0·862
0·031 »	24·34	0·753
0·050 »	15·31	0·765
0·062 »	13·84	0·855
0·100 »	9·19	0·919
0·125 »	6·62	0·825

Man sieht, die Produkte sind konstant.

Zum Überflusse noch das Resultat von Weiß und Lacqueur: »Das Produkt aus Lichtmenge und Dauer der Belichtung bei Minimalerregungen ist konstant.« Dieser Satz wird übrigens noch durch die von Weiß und Lacqueur ermittelten Kurven illustriert, die die typische Hyperbelgestalt besitzen.

Gegenüber dem starken Beweismaterial, das auf tierphysiologischem Gebiete von Bloch, Charpentier, J. v. Kries, O. Weiß und Lacqueur, auf botanisch-reizphysiologischem Gebiete von Bach, L. Linsbauer, Fröschel und Blaauw zusammengetragen wurde, wird wohl das Grijns-Noyons'sche Ergebnis in den Hintergrund gedrängt und es kann die Gültigkeit des Hyperbelgesetzes für Lichtreize sowohl im Tier-, wie im Pflanzenreich als völlig sichergestellt erachtet werden.

Dem Hyperbelgesetze folgen nun aber auch andere Reizerscheinungen. Charpentier will das Gesetz für die menschliche Gehörsempfindung sichergestellt haben.[1] Von der bei Blaauw zitierten tierphysiologischen Literatur sei in diese Zusammenstellung aufgenommen, daß A. de Haas bei seiner Untersuchung über die quantitative Beziehung zwischen Lichtreizen und dem Retinastrom am Froschauge feststellen konnte,

[1] Die diesbezügliche Abhandlung konnte ich nicht auffinden.

daß der Effekt (abgelesen am Galvanometer) nur durch die Größe der Lichtmenge bestimmt ist.

In der ersten Mitteilung habe ich schon darauf hingewiesen, daß Bach's Kurve, die die Abhängigkeit der geotropischen Präsentationszeit von der Zentrifugalkraft illustriert, die typische Hyperbelform besitzt (2). Dasselbe gilt für die Kurve, die Ludwig Linsbauer (14) für die Anthokyaninduktion in ihrer Abhängigkeit von der Lichtintensität feststellte. Ich habe ferner darauf hingewiesen, daß auch das Talbot'sche Gesetz genau das gleiche besagt, wie das Hyperbelgesetz und kann hier nachtragen, daß bereits Helmholtz sich auf diesen Standpunkt gestellt hat (zit. n. J. v. Kries in Nagel's Handbuch). Als neue Stütze führe ich an, daß auch das Fitting'sche Sinusgesetz in diesem Punkte deutbar ist und erst dann verständlich erscheint. Fitting (9) prüfte die geotropische Präsentationszeit auf ihre Abhängigkeit von der Winkelgröße, unter der die Schwerkraft angriff. Mit Hilfe seines intermittierenden Klinostaten reizte er seine Versuchsobjekte auf antagonistischen Flanken in den Neigungswinkellagen 90, beziehungsweise 45°. Es zeigte sich, daß erst dann eine Kompensation der entgegengesetzten Reizimpulse eintrat, wenn die Reizzeiten in diesen beiden Lagen sich verhielten wie $\sin 45° : \sin 90°$. War also in der horizontalen (= optimalen) Reizlage die Präsentationszeit t, so war sie allgemein im Ablenkungswinkel $\alpha = \frac{t}{\sin \alpha}$. In der Horizontalen wirkt nun die ganze Acceleration g, in der Lage α aber nur jene Komponente derselben, die senkrecht zur Richtung des Objektes wirkt, also nur die Größe $g . \sin \alpha$. Man multipliziere in beiden Fällen Reizgröße mit Reizdauer und man sieht sofort, daß die Produkte gleich sind.

$$g . t = g . \sin \alpha \cdot \frac{t}{\sin \alpha} .$$

Was Fitting durch intermittierende Reizung bewiesen, hat Bach (2) zudem auf anderem Wege gefunden, indem er direkt die geotropische Präsentationszeit für verschiedene Neigungswinkel des Objektes ermittelte. Auch er fand, daß die Präsentationszeit dem Sinus des jeweiligen Neigungswinkels

verkehrt proportioniert ist, daß also die Produkte aus Präsentationszeit und wirkender Schwerkraftskomponente — wenigstens innerhalb gewisser Grenzen — konstant sind.

Aber das hierhergehörige Material reizphysiologischer Untersuchungen ist hiermit nicht erschöpft. Es muß noch auf einige sinnesphysiologische Arbeiten hingewiesen werden, die freilich ihr botanisches Analogon noch nicht gefunden haben. Es ergab sich nämlich im Verlaufe sinnesphysiologischer Studien am menschlichen Auge die Aufgabe, festzustellen, ob nicht vielleicht die räumliche Größe des einwirkenden Lichtes, mit anderen Worten, ob nicht die Größe der gereizten Netzhautzone von Einfluß auf die Minimalempfindung des Sehorgans sei. Ob nicht eine sehr kleine Fläche intensiver leuchten muß, um eben noch wahrgenommen zu werden, als eine größere?

Charpentier (6) hatte sich auch dem Studium dieser Frage zugewendet. Er verwendete als lichtspendende Flächen Quadrate von 0·7 bis 12 *mm* Seitenlänge. Solange nun die Quadratseite mehr als 2 *mm* betrug, war in allen Fällen zur Hervorrufung einer minimalen Lichtempfindung dieselbe Helligkeit vonnöten. Sank aber die Seitenlänge unter 2 *mm*, so zeigte sich bei sechs verschiedenen Quadraten, »que l'éclairement nécessaire devait être d'autant plus fort que la surface lumineuse était moindre, tellement que le produit de l'un par l'autre était à très peu près constant«, d. h. mit anderen Worten, es ist wieder zur Hervorrufung der minimalen Empfindung eine konstante Lichtmenge nötig.

Das gleiche Gesetz der konstanten Produkte aus Flächengröße und Helligkeit hatte übrigens Riccò (16) schon 1877 mitgeteilt. Es wurde in der Folge bestätigt von Asher (1), der die obere Gültigkeit des Gesetzes bei einer Feldgröße von 2 Bogenminuten erreicht fand, und von Schoute (17). Es wäre wichtig, bei pflanzlichen Reizvorgängen nach einer ähnlichen Beziehung zu suchen. Man wird sie höchstwahrscheinlich auch realisiert finden.

Alle diese vielfachen, hier referierten Gesetzmäßigkeiten, die von den verschiedensten Beobachtern zum großen Teil unabhängig voneinander ermittelt wurden, sind nun ohne

weitere Mühe von einem Gesichtspunkte aus verständlich, ja erscheinen geradezu selbstverständlich. Vergleichend-physiologisch betrachtet erlauben sie die Aufstellung des folgenden, vielleicht ganz allgemeinen reizphysiologischen Gesetzes:

Die Größe der durch irgendeinen Reiz in einem reizbaren Organ hervorgerufenen Erregung ist einzig und allein eine Funktion der reizauslösenden Energiemenge. Gleiche Energiewerte rufen gleiche Erregungen hervor.

Die Formulierung dieses Gesetzes erfordert zwei seine Gültigkeit beschränkende Zusätze:

1. Ist das Gesetz nur innerhalb bestimmter Grenzen gültig (siehe den nächsten Abschnitt).

2. Darf aus dem Satze: »Gleiche Energiemengen rufen gleiche Erregungen hervor«, nicht der Schluß gezogen werden, daß die 2, 3, 4...fache Energiemenge auch die 2, 3, 4...fache Erregung hervorrufe. Die Erregung wird vielmehr nur innerhalb jedenfalls enger Grenzen proportional der einwirkenden Energiemenge wachsen, dann aber durch Gegenreaktion, Ermüdung etc. gehemmt werden, wonicht sie ja ins Unendliche wachsen müßte, was erwiesenermaßen nicht der Fall ist.

Aus dem obigen Gesetze lassen sich das Hyperbelgesetz, das Talbot'sche Gesetz und das Fitting-Bach'sche Sinusgesetz als Spezialfälle deduzieren. Ja, diese Gesetze haben eigentlich nur, entsprechend der Art und Weise, wie die nötige Energiemenge zugeführt wurde, ihre charakteristische Formulierung erhalten, besagen aber alle im Wesen das gleiche. Diese Erkenntnis, zu der erst die vergleichend-physiologische Betrachtung verhalf, gab natürlich eine starke Stütze für das Hyperbelgesetz, das ich ja nur an einer Pflanze *(Lepidium sativum)* festgestellt hatte. Als aber die direkte Bestätigung Blaauw's eintraf, der bei *Avena* und *Phycomyces* das gleiche Resultat fand, glaubte ich, mir die mehr extensive Arbeit der Nachprüfung des Hyperbelgesetzes bei anderen Pflanzen ruhig ersparen zu dürfen.

Die wichtigste nunmehr auftauchende Frage war die nach den Grenzen der Gültigkeit des Hyperbelgesetzes. Ich habe in der ersten Mitteilung schon betont, daß die untere

Grenze durch den absoluten Intensitätsschwellenwert, die obere durch den absoluten Zeitschwellenwert bestimmt erscheine.

Da absolute Intensitätsschwellenwerte für den heliotropischen Reizvorgang schon wiederholt ermittelt worden waren [Wiesner (20), Figdor (7)], so war die Frage nach dem Zeitschwellenwerte die ungleich wichtigere und interessantere. Nun traf aus Utrecht die Mitteilung ein, daß es Blaauw gelungen sei, Präsentationszeiten von $^1/_{1000}$ Sekunden festzustellen. Diese verblüffende Angabe war in zweifacher Hinsicht von größtem Interesse. Theoretisch deshalb, weil damit die Vorstellung von einem sehr trägen Ablauf aller Phasen des Reizvorganges stark erschüttert schien. Die Fittingschen Zahlenangaben über die Größe der Perzeptionszeit, die kurzen geotropischen Präsentationszeiten, die Bach bei Anwendung starker Zentrifugalkräfte erhielt, schließlich mein eigener Befund über eine nur 2 Sekunden dauernde heliotropische Präsentationszeit bei entsprechender Intensität des Lichtreizes, hatten wohl dieser Vorstellung schon stark entgegengearbeitet. Aber an die Möglichkeit so kurzer Präsentationszeiten hatte wohl niemand gedacht. In praktischer Hinsicht aber mußte diese Entdeckung Blaauw's auf unsere Methodik ein Licht werfen, in dem sie uns als durchaus rückständig erscheint. Gewiß wird niemand die zu heliotropischen Versuchen bestimmten Pflanzen einer Vorprüfung bei starken Intensitäten unterziehen. Aber auch wenn er schwaches diffuses Licht dazu verwendet, wie ich es ja früher selbst getan habe, und wenn er auch keine Vorinduktion begeht, kann das eine Gewähr dafür bieten, daß die Einwirkung des Lichtes spurlos vorübergegangen ist? Gewiß nicht! Und ich akzeptiere den Einwand Pringsheim's (15), daß ich bei der Untersuchung über das Hyperbelgesetz nicht völlig exakt vorgegangen bin. Freilich konnte ich damals eine so feine Empfindlichkeit nicht ahnen, um so mehr nicht, als der begangene Fehler nicht groß genug war, um die Erkenntnis der Beziehung zwischen Reizintensität und Reizdauer zu vereiteln. (Experimentelle Daten über den Einfluß schwacher diffuser Belichtung werden übrigens noch weiter unten mitgeteilt werden.)

Da also die Angaben Blaauw's für die Reizphysiologie theoretisch und methodologisch gleich interessant sind, so beschloß ich, erstens seine Angaben nachzuprüfen, zweitens zu untersuchen, ob sich seine Präsentationszeiten nicht noch so weit unterbieten lassen, daß der absolute Zeitschwellenwert erreicht wird, und drittens die Dauer der Präsentationszeit für das direkte Sonnenlicht und das diffuse Tageslicht zu ermitteln, deren Kenntnis ja nicht nur von reizphysiologischem, sondern auch von allgemein biologischem Interesse ist.

Damit ist der Plan dieser zweiten Mitteilung umrissen und es wird nur noch wichtig sein, vor der Besprechung der Untersuchung selbst einige kritische Bemerkungen hier einzuschalten.

Bemerkungen zur Arbeit von A. H. Blaauw.

Die Auffindung des Hyperbelgesetzes ließ mich bald an eine Nutzanwendung derselben denken.[1] Sobald einmal erkannt war, daß es durchaus einseitig und wertlos ist, einmal bestimmte Reizintensitäten, das andere Mal bestimmte Reizzeiten als reaktionsauslösend in Zahlenangaben anzuführen, sondern daß nur das Produkt aus beiden, die Menge der reizauslösenden Energie für den Induktionserfolg maßgebend ist, sobald dieses erkannt war, drängte sich sofort die Möglichkeit einer exakten, mathematisch formulierbaren Definition der Empfindlichkeit auf. Von zwei Organen wird man jenem die doppelte Empfindlichkeit zuschreiben, bei dem man mit der halben Energiemenge den gleichen minimalen Induktionserfolg erzielen kann. Also mag man ohne weiteres die Empfindlichkeit eines Organes durch den reziproken Energiewert ausdrücken, der in diesem Organ den minimalen Induktionserfolg hervorruft.[2] Bis jetzt hat man immer jenes Organ als das empfind-

[1] Interessant ist, daß Bloch die Hyperbelregel für eine neue Methode des Photometrierens verwerten wollte. Von zwei zu vergleichenden Lichtern wird untersucht, welche Zeit sie auf die Netzhaut wirken müssen, um eine Minimalempfindung auszulösen. Das reziproke Verhältnis dieser Zeiten muß dann das Intensitätsverhältnis des Lichtes angeben.

[2] Bei Bestimmung der geotropischen Empfindlichkeit kann man dieselbe freilich ohne weiteres durch den reziproken Wert der Präsentationszeit ausdrücken, da ja die Reizintensität immer und überall konstant ist.

lichere bezeichnet, das den tieferen Schwellenwert hat. Vom Standpunkte der obigen Erörterungen (siehe auch p. 1261) ist es klar, daß man damit ja auch nur einen Punkt der Präsentationszeitenkurve verwendet, aber gerade einen Punkt, bei dem die Gültigkeit des Hyperbelgesetzes erlischt. Daher ist es zweckmäßiger, jeden beliebigen anderen Punkt der Hyperbelkurve aufzusuchen, wofern er nur nicht einem der Schwellenwertpunkte zu nahe liegt. Würde man sich z. B. dahin einigen — und dies wäre sehr zweckmäßig — jenen Punkt der Hyperbelkurve aufzusuchen, dessen Ordinate $= 1$ ist, d. h. für eine Beleuchtungszeit von einer Sekunde jene nötige Lichtintensität zu suchen, die eben Heliotropismus induziert, so könnte man ohne weiteres — gleiche Lichtquellen vorausgesetzt — die Empfindlichkeit der Objekte durch den reziproken Wert eben dieser Lichtintensität ausdrücken.

Diese schon in der ersten Mitteilung gegebene Definition scheint mir theoretisch völlig einwandfrei zu sein. Wenn ich aus den für *Lepidium* gefundenen Zahlenwerten die Produkte aus Lichtintensität (ausgedrückt in Meter-Kerzen) und aus Präsentationszeit (ausgedrückt in Sekunden) bilde, so erhalte ich einen Durchschnittswert von etwas über 400 Meter-Kerzen-Sekunden. Für *Avena* beträgt der Durchschnittswert der Blaauw'schen Angaben ungefähr 20 M.-K.-S.[1] Man braucht also *Avena* nur den zwanzigsten Teil der für *Lepidium* erforderlichen Lichtmenge zuzuführen, um die phototropische Induktion noch eben zu bewerkstelligen. Nun sagt Blaauw auf p. 36 seiner Arbeit: »Hieraus schließe man aber nicht, daß *Avena* ungefähr 20mal empfindlicher sei. Der absoluten Größe dieser Zahlen soll man nicht zu großen Wert beilegen.«

Entweder legt man der absoluten Größe dieser Zahlen Wert bei oder nicht. Ich entscheide mich unbedenklich für das erste und schreibe natürlich, entsprechend der Definition der Empfindlichkeit, *Lepidium*[2] die Empfindlichkeit $^1/_{400}$, *Avena*[2] aber die Empfindlichkeit $^1/_{20}$ zu. Die Empfindlichkeit von

[1] Von der chemischen Verschiedenheit der Lichtquellen ist hier abgesehen.

[2] Im Keimlingsstadium natürlich!

Avena übertrifft die von *Lepidium* faktisch um das zwanzigfache, welche Angabe doch sicherlich auch eines biologischen Interesses nicht entbehrt. Weshalb Blaauw die in der ersten Mitteilung gegebene Definition der Empfindlichkeit nicht akzeptiert, ist schwer verständlich, da er ja auf p. 53 seiner Untersuchung selbst annimmt, »daß die Empfindlichkeit in umgekehrtem Verhältnis zu der Energiequantität steht, welche nötig ist, um die Schwelle zu erreichen.« Diese Annahme Blaauw's bezieht sich allerdings nur auf die Empfindlichkeit einer und derselben Pflanze für verschiedene Lichtqualitäten. Aber weshalb soll man sie nicht für verschiedene Pflanzen treffen?

Nach allem Gesagten ist es klar, daß man die Definition der Empfindlichkeit, wie sie in der ersten Mitteilung gegeben wurde, ohne weiteres aufrecht erhalten kann. Sie verbürgt verläßliche und interessante Zahlenangaben. Um den Empfindlichkeitsunterschied zwischen *Avena* und *Lepidium* recht deutlich zu erkennen, betrachte man die folgende Figur. In dieser sind zwei (mathematische) Hyperbeln dargestellt, die eine für *Lepidium*, die andere für *Avena*. Da die Gleichung der gleichseitigen Hyperbel die Form hat:

$$xy = \text{const} = \frac{a^2}{2},$$

wo a die halbe Hyperbelachse bedeutet, so ist für *Lepidium* $\frac{a^2}{2} = 400$, für *Avena* $\frac{a^2}{2} = 40$. Daraus berechnet sich für *Lepidium* das a mit $28 \cdot 3$, für *Avena* das a mit $6 \cdot 3$, und die Halbachsen der beiden Hyperbeln verhalten sich hiermit fast wie $9 : 2$. Nach dieser Berechnung sind die Kurven konstruiert, die hier natürlich nur schematisch gemeint sind.

Zieht man in irgendeinem Punkte, z. B. in A, die Ordinate, so sieht man förmlich, um wieviel länger man die Intensität OA bei *Lepidium* als bei *Avena* wirken lassen muß und erkennt auch den Wert solcher graphischer Darstellungen.

Nunmehr ist noch ein zweiter Punkt in Blaauw's Arbeit zu erwähnen, dessen Besprechung sich hier gut anfügen läßt. Blaauw sagt auf p. 38 seines Buches: »Eine absolute Zeit-

oder Intensitätsschwelle ist nicht zu erwarten.« Nach diesem Satze müßte also die Kurve der Präsentationszeiten sich faktisch wie eine mathematische Hyperbel verhalten, sie würde nicht früher oder später in eine andere Kurve übergehen, sondern — abgesehen von kleinen Wellungen, die durch die physiologische Variabilität bedingt sind — sich ganz wie die mathematische Hyperbel den beiden Koordinatenachsen asym-

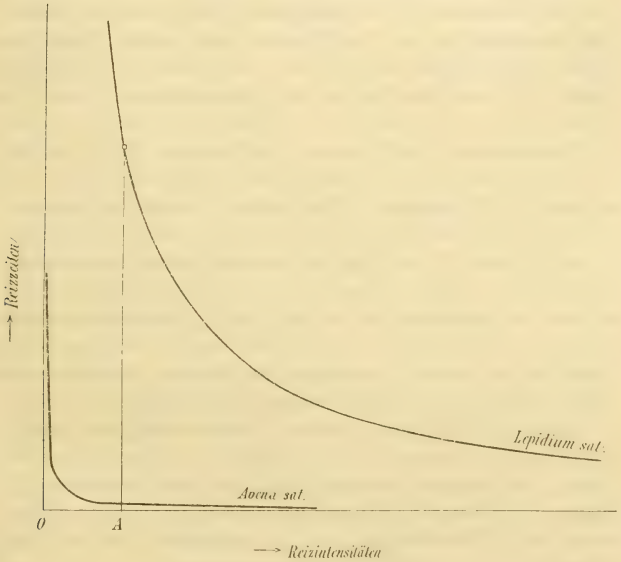


Fig. 1 (schematisch).

ptotisch nähern, um sie erst im Unendlichen zu tangieren. Ich habe schon in der ersten Mitteilung betont, daß ich das nicht für möglich halte, sondern daß die Gültigkeit des Hyperbelgesetzes bei der Erreichung des Zeit- und Intensitätsschwellenwertes erlischt. Was den Zeitschwellenwert anlangt, so ist freilich zu bemerken, daß bei den kurzen Präsentationszeiten Blaauw's und bei meinen noch kürzeren (siehe den experimentellen Teil dieser Arbeit) derselbe noch lange nicht erreicht

ist und man derzeit weder absehen kann, wo diese Schwelle liegt, noch auch einsehen kann, warum sie überhaupt (von pathologischen Fällen abgesehen) existieren muß. Es läßt sich ein Für und Wider vertreten — keines läßt sich zurzeit beweisen. Aber was den Intensitätsschwellenwert anlangt, so existiert dieser sicherlich und für seine Ursache hat ja Fitting durch den Hinweis auf das Relaxationsphänomen eine sehr plausible Erklärung gegeben. Wenn auch Blaauw einwendet, daß die Bestimmung des Intensitätsschwellenwertes deshalb fast unmöglich ist, weil der Versuch eine ganze Periode im Leben einer Pflanze überdauert und daher das Versuchsobjekt sich unter den Händen des Experimentators ändert, so beweist dies noch immer nichts gegen die Existenz dieses Schwellenwertes. Das Phänomen der Schwelle tritt ja bei den verschiedensten physiologischen Vorgängen auf, ist ja eine allgemein-physiologische Erscheinung. Gerade bei unserem Spezialfall, d. i. bei der Feststellung der Grenzen der Hyperbelgesetzgültigkeit, ist die Lage der Intensitätsschwelle untersucht worden und es ist insbesondere auf Charpentier zu verweisen, der höchstens die Reizzeit von $^1/_8$ Sekunde anwenden durfte, um noch die inverse Proportionalität zwischen Reizintensität und Reizzeit nachweisen zu können. Es seien seine diesbezüglichen Zahlenangaben hier wiedergegeben.

Charpentier gibt in seiner Untersuchung nur relative Intensitäten an, die er durch die Apertur einer Irisblende gegeben findet. Die doppelte Blendenöffnung läßt das vierfache Lichtquantum ins Auge gelangen. Daher braucht man die Zahlenwerte der Blendenöffnung nur zu quadrieren, um die Reizintensitäten zu erhalten. Dies vorausgeschickt, wird man folgende Zahlen verstehen:

Dauer des Lichtes	Blendenöffnung	Quadrat (relative Intensität)
0·014 Sek.	6 *mm*	36
0·125 »	2·1 »	4·4
0·250 »	2 »	4

Diese Bestimmungen liegen schon an der Grenze der Gültigkeit des Hyperbelgesetzes. Für die zwei ersten Zahlen-

angaben ist der inversen Proportionalität noch Genüge getan. Denn das Verhältnis der Intensitäten ist 8·17, das reziproke Verhältnis der Zeiten = 9. Wenn aber die Reizzeit jetzt wächst, so nimmt die Intensität nicht mehr ab. Für $^1/_8$ Sekunde betrug die Blendenöffnung 2·1 *mm*, für die doppelte Zeit ($^1/_4$ Sekunde) ist sie noch immer die gleiche (2 *mm*)

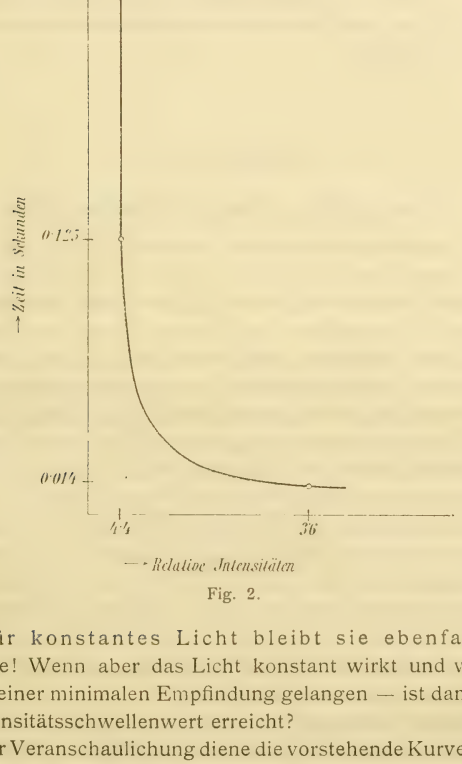


Fig. 2.

und für konstantes Licht bleibt sie ebenfalls die gleiche! Wenn aber das Licht konstant wirkt und wir doch nur zu einer minimalen Empfindung gelangen — ist damit nicht der Intensitätsschwellenwert erreicht?

Zur Veranschaulichung diene die vorstehende Kurve (Fig. 2), die aus den eben wiedergegebenen Werten Charpentier's konstruiert wurde.

Man sieht in Fig. 2 ganz deutlich, wie der senkrecht aufsteigende Hyperbelast schließlich in eine zur Ordinatenachse parallele Gerade übergeht. Ob der horizontal abfallende Ast dasselbe tut, darüber sind bei Charpentier keine Angaben beigebracht. Wie schon oben gesagt, läßt sich dies heute kaum entscheiden. Aber wer sich auf den vergleichend-physiologischen Standpunkt stellt, wird kaum zweifeln, daß bezüglich des Intensitätsschwellenwertes bei pflanzlichen Organismen dieselben Verhältnisse statthaben, die Charpentier für das Auge konstatiert hat, und daß ein Intensitätsschwellenwert natürlich ganz sicher existiert.

Zweiter Teil.

Versuche mit der Quarzglasquecksilberlampe.

Als Untersuchungsmaterial dienten Keimlinge von *Avena sativa*, deren Länge 0·5 bis 3 *cm* betrug. Nach 24stündigem Vorquellen wurden die Samen in Glasküvetten (Batteriegläser) von $10 \times 7 \times 4$ *cm* piquiert und darauf auf feuchtem Sand unter einem großen Blechsturz großgezogen. 24 Stunden (ausnahmsweise auch 10 bis 18 Stunden)[1] vor dem Experimente wurden die Küvetten mit den Pflänzchen unter kleinere Stürze gebracht, wo sie, vor Lichtzutritt völlig geschützt, bis zum Beginne des Experimentes verblieben. Selbstverständlich wurden nur möglichst gleiche Samen piquiert und das Versuchsmaterial reagierte auch außerordentlich gleichmäßig. Individuelle Varianten waren fast nie konstatierbar. Dies mag nicht in letzter Linie darauf zurückzuführen zu sein, daß die Samen von einem Feld und von einer Ernte stammten. Herr Direktor F. Schreyvogl, Verwalter des Gutes Loosdorf, hatte die große Liebenswürdigkeit mir solches Material zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm auch hier herzlichen Dank sage.

Um möglichst kurze Präsentationszeiten erzielen zu können, dachte ich an die Verwendung einer Lichtquelle mit möglichst

[1] Einmal auch 4 Stunden.

vielen violetten und ultravioletten Strahlen – die ja nach den Angaben Wiesner's den stärksten heliotropischen Effekt hervorrufen sollen – und wählte die von Heraeus gebaute Quarzglasquecksilberlampe. Nun hat allerdings mittlerweile Blaauw gefunden, daß die blauen Strahlen am kräftigsten heliotropisch wirken, aber die Versuche mit der Quarzglasquecksilberlampe waren da schon im besten Gange. Abgesehen davon ist es jedoch ein großer Vorteil dieser Lampe, nach einiger Zeit des Einbrennens fast ganz konstant zu leuchten. Die Lampe war vollständig in einen lichtdichten, mit geschwärztem Asbest ausgelegten Holzkasten eingebaut. Dadurch wurde zu gleicher Zeit die von den ultravioletten Strahlen verursachte Ozonisierung der Zimmerluft hintangehalten, so daß in der Dunkelkammer kein Ozongeruch wahrnehmbar war. Der Kasten hatte an der Vorderseite eine Öffnung von 9×12 *cm*, durch die das Licht austreten konnte. An der Seitenwand war eine lichtdichte Tür angebracht, durch die der Arm in den Kasten gelangen konnte, um die Zündung der Lampe zu bewerkstelligen.

Expositionszeiten von einer und mehr Sekunden wurden durch Abheben eines Deckels von der Öffnung unter gleichzeitiger Benützung einer Stoppuhr bewerkstelligt. Für kürzere Belichtungen verwendete ich zwei Moment-Schlitzverschlüsse. Der eine hatte verstellbare Spaltbreite und gewährte 13 verschiedene Zeiten von $^1/_{15}$ bis $^1/_{800}$ Sekunden in entsprechenden Intervallen. Beim zweiten Verschluß war die Spaltbreite konstant (1 *mm*), was eine größere Exaktheit des Funktionierens garantiert. Bei der Federspannung 1 ergab er $^1/_{1200}$ Sekunde Belichtungszeit, bei der Spannung 12 aber $^1/_{2000}$ Sekunde. Diese Zahlen, die mir die Firma R. Lechner bei der Lieferung der Verschlüsse zur Verfügung stellte, ließ ich jedoch nachprüfen. Herr Prof. Dr. Franz Novak von der Wiener Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt hatte die Güte, diese Nachprüfung mit Hilfe des Rheden'schen Apparates vorzunehmen und fand bei den Zeiten $^1/_{300}$, $^1/_{500}$, $^1/_{800}$, $^1/_{1200}$ und $^1/_{2000}$ Sekunden überhaupt keine meßbaren Differenzen, bei den längeren Zeiten nur unbedeutende Abweichungen. Für diese freundliche Hilfe danke ich Herrn Prof. Novak wärmstens.

Bevor die Pflänzchen belichtet wurden, kontrollierte ich immer, ob sie die entsprechende Größe hatten und schnitt alles Untaugliche mit der Schere aus. Diese Prozedur dauerte für eine Küvette nicht viel länger als 1 Minute. Ich verwendete dazu auf Rat des Herrn Privatdozenten Dr. Linsbauer folgende Vorrichtung. In ein zylindrisches Gefäß, das mit konzentrierter Kaliumbichromatlösung gefüllt war, tauchte eine fünfkerzige elektrische Glühlampe. Die Metallfassung derselben wurde natürlich isoliert und der Austritt des Lichtes nach oben durch eine Korkplatte verhindert, so daß nur Licht, das die Lösung passiert hatte, auf die Pflanzen treffen konnte. Zwei Vorversuche mit dieser sehr einfachen, billigen und leicht zu verfertigenden Lampe ergaben, daß bei einer Entfernung von 15 bis 40 *cm* nach $1^3/_4$ Stunden, beziehungsweise sogar nach mehr als 3 Stunden keine Reaktion zu konstatieren war. Wurde dann die Glühlampe aus der Flüssigkeit gehoben, so waren nach 2 Stunden schon starke Krümmungen zu beobachten. Es war also eine Induktion während der zirka 1 Minute währenden Belichtung der Versuchspflanzen durch die Lampe wohl ausgeschlossen, denn erst in einer Entfernung von 5 bis 10 *cm* traten bei konstanter Belichtung Krümmungen auf.

Um aber ganz sicher zu sein, daß keine Vorinduktion begangen wurde, habe ich bei fast allen Versuchsserien Kontrollküvetten zu blinden Versuchen verwendet. Mit den Kontrollpflanzen geschah all das, was auch mit den Versuchspflanzen vorgenommen wurde — bis auf die Exposition. Dies war auch aus anderen Gründen nötig. Die Schlitzverschlüsse erwiesen sich nämlich nicht als absolut lichtdicht, sondern ließen eine Spur diffusen Lichtes durch. Deshalb wurden die Kontrollpflanzen genau wie die anderen Pflanzen vor den Schlitzverschluß gestellt und völliger Sicherheit halber oft eine Minute davor stehen gelassen. Schließlich ließ ich die Kontrolle fast immer noch von unbeteiligten Personen vornehmen und es zeigte sich, daß die Kontrollpflanzen auch immer als ungekrümmt bezeichnet wurden. Bei dieser Gelegenheit sage ich allen Herren und Damen des Instituts, die mich in dieser Hinsicht unterstützten, den besten Dank.

Nach dem Versuche wurden die Pflanzen immer noch einige Tage in einem hellen Raume stehen gelassen, um konstatieren zu können, ob durch die Bestrahlung mit der Quarzglaslampe nicht etwa Schädigungen eingetreten waren. Dies war indessen bei den Induktionsversuchen nie der Fall. Erst bei konstanter Belichtung traten in 10 *cm* Entfernung vom Leuchtrohr Schädigungen der Pflanze auf, wie sie ja auch Figdor (8) beschrieben hat.

Ich übergehe die detaillierte Mitteilung aller jener Versuche, bei denen Expositionszeiten von weniger als $^1/_{1200}$ Sekunden positiven Erfolg hatten. In der Entfernung 75 *cm* vom Leuchtrohr, das ist bei einer chemischen Intensität von 0·3056[1] Bunsen-Roscoe'scher Einheiten fand ich jene Expositionszeiten zur Induktion ausreichend, die in der folgenden Tabelle verzeichnet sind (jede Querkolonne ist aus mehreren Versuchen zusammengestellt).

Tabelle 1.

Entfernung vom Leuchtrohr: 75 *cm*. Chemische Intensität: 0·3056. Temperatur: 18 bis 20° C.

Expositionszeit	Ergebnis	Prozent der Gekrümmten
1 Sekunde ..	Von 12 Keimlingen sind 12 gekrümmt.	100%
$^1/_{15}$ » ..	» 19 » » 19 »	100
$^1/_{28}$ » ..	» 15 » » 15 »	100
$^1/_{50}$ » ..	» 27 » » 25 »	93
$^1/_{75}$ » ..	» 27 » » 23 »	85
$^1/_{125}$ » ..	» 33 » » 33 »	100
$^1/_{150}$ » ..	» 45 » » 30 »	67
$^1/_{200}$ » ..	» 35 » » 33 »	94
$^1/_{300}$ » ..	» 41 » » 40 »	98
$^1/_{500}$ » ..	» 97 » » 88 »	91
$^1/_{800}$ » ..	» 101 » » 70 »	66

[1] Diese Zahl ist der Durchschnitt von 10 Messungen, die ich gemeinsam mit Herrn Dr. V. Vouk vornahm. Erst bis die Lampe auf konstante Intensität eingebrannt war — dies dauerte etwa eine halbe Stunde — wurden die Messungen und die Experimente vorgenommen. Die Lampe brannte dann bei 3 Ampère Stromstärke und bei 135 bis 140 Volt Spannung.

Bei diesen Versuchen waren des öfteren Kontrollpflanzen mitverwendet, die also ebenfalls bei rotem Lichte der Vorprüfung und Äusjätung unterzogen wurden, die zudem immer länger vor den Schlitzverschluß gestellt wurden als die exponierten Pflanzen und von denen zur Zeit, wo die letzteren sich als gekrümmt erwiesen, von 89 alle als völlig gerade befunden wurden.

Aus der hohen Prozentzahl der gekrümmten Pflanzen erkennt man, wie sehr diese Beleuchtungszeiten noch gewirkt haben. Bei $^1/_{800}$ Sekunde waren allerdings die Krümmungen sehr schwach und die Grenze schien bald erreicht. Doch lag es, wie schon gesagt, nicht in meiner Absicht, die Präsentationszeit genau zu ermitteln und das Hyperbelgesetz noch einmal zu bestätigen, sondern ich trachtete die Existenz solcher kurzer Präsentationszeiten so sicher als möglich festzustellen.

Die bisherigen Resultate bestätigen also alles, was Blaauw mitgeteilt hat. Jetzt ging ich daran, noch kürzere Zeiten zu versuchen. Es wurde der Schlitzverschluß mit konstanter Spaltbreite verwendet, der die Geschwindigkeiten $^1/_{1200}$ und $^1/_{2000}$ Sekunden lieferte. Ich will von diesen Versuchen je zwei Experimente gesondert mitteilen, um damit zugleich einen genaueren Einblick in die Methodik zu gewähren, und dann wieder eine summarische Tabelle geben.

Versuch Nr. 11 vom 4. Mai 1909.

$^1/_{1200}$ Sekunde.

Temperatur: 20·5° C.
Lampe: 2·8 Ampère, 135 bis 140 Volt.
Entfernung vom Leuchtrohre: 25 *cm*.
Chemische Intensität in dieser Entfernung: 0·667 B.-R.-Einheiten.
Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $2^h\,30^m$ bis $2^h\,45^m$.
Experimentiert von $3^h\,5^m$ bis $3^h\,15^m$.
Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: 5^h
1	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 9 Keimlingen sind 8 gut gekrümmt.
2	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 gerade.
3	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 9 Keimlingen sind 9 sehr deutlich gekrümmt.
4	Blinder Versuch	—	—	Von 12 Keimlingen sind 12 gerade.
5	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 8 Keimlingen sind 8 deutlich gekrümmt.
6	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade.
7	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 6 Keimlingen sind 6 deutlich gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 7 Keimlingen sind 7 gerade.

Versuch Nr. 12 vom 5. Mai 1909.

$^1/_{1200}$ Sekunde.

Temperatur: 16·5° C.

Lampe: 3 Ampère, 135 bis 140 Volt.

Entfernung vom Leuchtrohre: 25 *cm*.

Chemische Intensität in dieser Entfernung: 0·667 B.-R.-Einheiten.

Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $12^h\ 35^m$ bis $12^h\ 47^m$.

Experimentiert von $1^h\ 15^m$ bis $1^h\ 30^m$.

Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: $3^h\ 20^m$
1	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 10 Keimlingen sind 10 sehr deutlich gekrümmt.
2	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade.
3	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 10 Keimlingen sind 10 sehr deutlich gekrümmt.
4	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade.
5	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 12 Keimlingen sind 12 sehr deutlich gekrümmt.
6	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade.
7	$^1/_{1200}$ Sek.	1 *mm*	1	Von 9 Keimlingen sind 8 sehr deutlich gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 gerade.

Man beachte die fast verschwindende Variabilität, die um so mehr auffällt, als die Größe der Keimlinge sehr variierte. Ich will die Längenmessungen dieses Versuches hier wiedergeben. Die größte und kleinste Zahl ist durch fetten Druck hervorgehoben.[1]

1. 1, 2·7, 3, 1·8, 2, 0·9, 2·7, 1·4, 1·7, 1·5 *cm*.
2. 1·4, 1·6, 2·4, 1·8, 1·6, 1·4, 1·8, 1.
3. 1·6, 1·6, **3·5**, 2·9, 2·4, 1·8, **3·7**, 1, 1·2, 2·3.
4. 1·6, 1·6, **1·1**, 1·5, 1·5, 0·6, 2·8, 1·7, 1·3.
5. 2·3, 2·4, 2·2, 1·9, 2·2, 0·8, 1·1, 2·1, 1·6, 1·6, 3, **0·8**.
6. 1·6, 2·7, 1·5, 1·7, 3·3, 1·3, 2·2, 2·3 *cm*.
7. 2·7, 1·4, 1·5, 2, 1·7, 2, 1·5, 2, 1·2.
8. 0·5, 3·1, **0·4**, 1·6, 1·5, 1·8, 1·3, 0·8, 1·5.

[1] Die Messungen wurden nach Abbruch des Versuches vorgenommen.

Versuch Nr. 15 vom 11. Mai 1909.

$^1/_{2000}$ Sekunde.

Temperatur: 15° C.

Lampe: 3 Ampère, 135 bis 140 Volt.

Entfernung vom Leuchtrohre: 25 *cm*.

Chemische Intensität in dieser Entfernung: 0·667 B.-R.-Einheiten.

Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $9^h\,23^m$ bis $9^h\,32^m$.

Experimentiert von $10^h\,3^m$ bis $10^h\,15^m$.

Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: 12^h
1	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 deutlich gekrümmt.
2	Blinder Versuch	—	—	Von 10 Keimlingen sind 10 ganz gerade.
3	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 deutlich gekrümmt.
4	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 ganz gerade.
5	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 9 deutlich gekrümmt.
6	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 ganz gerade.
7	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 10 Keimlingen sind 10 deutlich gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 ganz gerade.

Um ein Bild von der Krümmungsintensität zu geben, wurden die Küvetten 6 und 7 photographiert. Man sieht in Fig. 3, wie starke Krümmungen bei diesen Experimenten noch ausgelöst wurden. Daher ist bei Anwendung dieser Zeit von einem absoluten Zeitschwellenwert noch nichts zu bemerken.

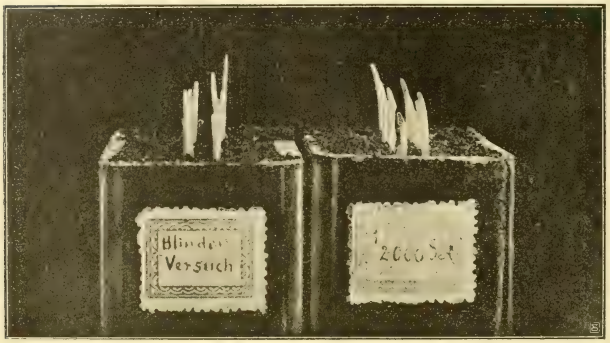


Fig. 3.

Exponiert in 25 *cm* von der Quarzglasquecksilberlampe, d. i. bei einer Intensität von 0·667 B.-R.-Einheiten. — Linke Küvette: Blinder Versuch. — Phot. Dr. A. Jenčič.

Versuch Nr. 16 vom 12. Mai 1909.

$^1/_{2000}$ Sekunde.

Temperatur: 15·5° C.
Lampe: 3 Ampère, 135 bis 140 Volt.
Entfernung vom Leuchtrohre: 25 *cm*.
Chemische Intensität in dieser Entfernung: 0·667 B.-R.-Einheiten.
Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $8^h\,15^m$ bis $8^h\,23^m$.
Experimentiert von $8^h\,47^m$ bis $8^h\,58^m$.
Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: $10^h\,50^m$
1	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 10 Keimlingen sind 10 stark gekrümmt.
2	Blinder Versuch	—	—	Von 7 Keimlingen sind 7 ganz gerade.
3	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.
4	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 ganz gerade.
5	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 7 Keimlingen sind 7 sehr deutlich gekrümmt.
6	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 ganz gerade.
7	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 9 sehr deutlich gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 7 Keimlingen sind 7 gerade.

Um zum Schlusse noch mit großen Zahlen Beweis zu führen, sei hier noch eine summarische Tabelle gegeben, in der alle Versuche, die mit den Zeiten $^1/_{1200}$ und $^1/_{2000}$ Sekunden ausgeführt wurden, zusammengestellt sind.

Tabelle 2.

Entfernung vom Leuchtrohre: 25 *cm*. Chemische Intensität: 0·667. Temperatur zirka 15° C.		
Expositionszeit	Ergebnis	Prozent der Gekrümmten
$^1/_{1200}$ Sek.	Von 92 Keiml. haben 90 deutlich reagiert	98%
$^1/_{2000}$ »	» 129 » » 125 » »	97
Blinde Vers.	» 216 » waren 216 ganz gerade	100

Diese Zahlen schlagen wohl jeden Zweifel an der Präzision und Richtigkeit der Experimente tot. Im ganzen haben also bei $^1/_{1200}$ und $^1/_{2000}$ Sekunden Expositionszeit von 221 Versuchspflanzen 215 deutliche Reaktion gezeigt (siehe die Photographie Fig. 3) und 214 Kontrollpflanzen erwiesen sich als völlig ungekrümmt.

Aus so manchen aus früherer Zeit stammenden Versuchen über Heliotropismus läßt sich ebenfalls eine so außerordentlich feine Empfindlichkeit erkennen, wie sie von Blaauw und mir gefunden wurde. Ich verweise nur auf die Schwellenwertbestimmungen Wiesner's (23), in welchen Bruchteile von Milliontel Bunsen-Roscoe'scher Lichteinheiten noch Heliotropismus hervorriefen, ferner auf den bekannten Photometerversuch Wiesner's (20) und endlich auf des gleichen Forschers Experimente über Heliotropismus im diffusen Tageslichte (22). (Siehe auch p. 1286/1287). Schließlich sei hier noch eine Literaturangabe eingeschaltet, die der tierischen Physiologie entnommen wurde und die zeigt, daß sehr komplizierte Prozesse durch kurze Belichtungen ausgelöst werden können. Goldfarb (1906) fand Licht unbedingt nötig zur Polypenentwicklung bei *Eudendrium* und stellte fest, daß $^1/_{12}$ Minute Expositionszeit genügte, um die Polypenentwicklung zu induzieren. Zitiert nach Przibram, Experimentalzoologie, II. Regeneration.

Ich habe nun noch zu ermitteln gesucht, wo denn die zur Zeit $^1/_{2000}$ Sekunde gehörige Intensitätsgrenze gelegen ist. Zu diesem Zwecke wurde eine Anzahl von Küvetten in schräger Linie vor den Schlitzverschluß gestellt und die Pflanzen $^1/_{2000}$ Sekunde exponiert. Es zeigte sich, daß die Reaktion bis zirka 70 *cm* vom Leuchtrohr eintrat.

Man beachte nun noch folgendes. Die während der Zeit von $^1/_{2000}$ Sekunde in die Pflanze eingestrahlte Energiemenge muß dazu verwendet werden, um Perzeption und Reizleitung und Reaktion auszulösen. Sie ist demnach ihrer Größe nach nicht vergleichbar mit der Energiemenge, die beim Menschen eine Gesichtsempfindung auslöst. Die erste durch das Licht ausgelöste Veränderung, die Perzeption, wird natürlich viel weniger Energie erfordern und wahrscheinlich in Bruchteilen

von Tausendstel von Sekunden erfolgen. Zurzeit ist es gleichgültig, um welchen Betrag man Präsentationszeit und Perzeptionszeit noch wird verringern können. Denn prinzipiell Neues können solche Zahlen nicht bringen. Ich erblicke deshalb auch das Schwergewicht der bis jetzt mitgeteilten Versuche nicht etwa darin, daß ich die kürzeste Blaauw'sche Präsentationszeit noch um die Hälfte unterboten habe, sondern darin, daß der Induktionserfolg so kurzer Reizzeiten als völlig sicherstehend erwiesen wurde, wobei zudem noch die absolute Zeitschwelle, wenn es eine solche im normalen physiologischen Verhalten überhaupt gibt, noch lange nicht erreicht war!

Nunmehr war es von großem Interesse, zu erfahren, ob denn auch bei den natürlichen Bedingungen der direkten Sonnenbelichtung so kurze Induktionszeiten heliotropischen Effekt hervorzurufen imstande sind.

Versuche mit dem direkten Sonnenlichte.

Zur Methodik ist hier einiges nachzutragen. Diese Versuche wurden in der photographischen Dunkelkammer des pflanzenphysiologischen Institutes ausgeführt. Die Dunkelkammer hat ein lichtdicht verschließbares Fenster von den geringen Dimensionen $110 \times 120\,cm$. Dieses Fenster führt in einen geräumigen Lichthof. In 1 *m* Entfernung vom Fenster wurde jener Holzkasten samt Schlitzverschluß gestellt, in dem sich früher die Quarzglaslampe befunden hatte. Eine Hilfsperson begab sich auf das gegenüberliegende Dach und reflektierte die Sonne mit Hilfe eines blank geputzten Spiegels direkt auf den Schlitzverschluß. Hatte der Spiegel die richtige Stellung erhalten, so wurde das Fenster geschlossen und völlig im Dunkeln wurden die bereits bei rotem Lichte vorgeprüften Pflanzen in den Holzkasten dicht vor den Schlitzverschluß gestellt. Nun wurde das Fenster mit einem Griffe geöffnet, die Feder des gespannten Schlitzverschlusses abgedrückt und das Fenster sofort wieder geschlossen. Die Pflanzen wurden dunkelgestellt und das gleiche Spiel wiederholte sich bei jeder Küvette.

Ich will wieder das Protokoll zweier Versuche mit $^1/_{2000}$ Sekunde Expositionszeit getrennt mitteilen und dann die sum-

marische Tabelle geben. In diese sind dann auch Versuche mit $^1/_{1200}$ Sekunde miteinbezogen. Auch hier wurde wieder auf die Verwendung von Kontrollpflanzen besonderes Augenmerk gerichtet.

Versuch Nr. 42 vom 18. Juni 1909.

$^1/_{2000}$ Sekunde.

Halbbewölkter Himmel. Doch tritt die Sonne immer auf längere Zeit durch.

Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $10^h\ 35^m$ bis $10^h\ 42^m$.

Experimentiert von $10^h\ 50^m$ bis $11^h\ 10^m$.

Intensität des direkten Sonnenlichtes:[1] 0·038 B.-R.-Einheiten.

Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: $1^h\ 15^m$
1	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 7 Keimlingen sind 6 stark gekrümmt.
2	»	1 *mm*	12	Von 7 Keimlingen sind 7 deutlich gekrümmt.
3	»	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.
4	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 ganz gerade.
5	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 8 deutlich gekrümmt.
6	»	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 6 große stark und 3 kleine schwach gekrümmt.
7	»	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 9 stark gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 7 Keimlingen sind 7 ganz gerade.

[1] Mit dem Wiesner'schen Papier gemessen. Die Intensität war im Vergleich zu der bei anderen Versuchen sehr gering.

Die Küvetten 3 und 4 wurden um $1^h\,35^m$ photographiert (siehe Fig. 4). Man beachte die starke Reaktion, die das direkte Sonnenlicht selbst bei so minimalen Reizzeiten noch auslöst.[1]

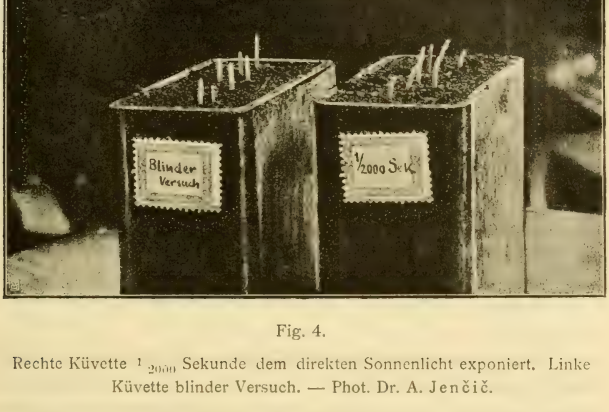


Fig. 4.

Rechte Küvette $^1/_{2000}$ Sekunde dem direkten Sonnenlicht exponiert. Linke Küvette blinder Versuch. — Phot. Dr. A. Jenčič.

Versuch Nr. 43 vom 19. Juni 1909.

$^1/_{2000}$ Sekunde.

Halb verschleierter Himmel, aber starke Sonne.
Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $9^h\,55^m$ bis $10^h\,3^m$.
Experimentiert von $10^h\,10^m$ bis $10^h\,25^m$.
Intensität des direkten Sonnenlichtes: 0·182 B.-R.-Einheiten.
Zahl der Küvetten: 8.

[1] Man wird bemerken, daß auf dieser Photographie je ein Keimling weniger ist, als im Protokoll dieses Versuches verzeichnet steht. Die zwei Pflänzchen wurden ausgeschnitten, um ein klareres Bild zu erhalten.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: 12^h
1	$^1/_{2000}$ Sek.	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 7 stark gekrümmt.
2	»	1 *mm*	12	Von 9 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.
3	»	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.
4[1]	»	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 ganz gerade.
5	»	1 *mm*	12	Von 10 Keimlingen sind 10 stark gekrümmt.
6	»	1 *mm*	12	Von 7 Keimlingen sind 6 stark gekrümmt.
7	»	1 *mm*	12	Von 8 Keimlingen sind 7 stark gekrümmt.
8	Blinder Versuch	—	—	Von 10 Keimlingen sind 10 ganz gerade.

Nun noch die summarische Tabelle. Die in dieser Tabelle zusammengestellten Versuche sind, wie es in der Natur der Sache liegt, bei verschiedenen Sonnenintensitäten angestellt. Doch handelt es sich auch hier wieder nicht um die präzisesten Zahlenangaben, sondern das Faktum überhaupt ist für uns nur von Interesse.

Tabelle 3.

Direktes Sonnenlicht		
Expositionszeit	Ergebnis	Prozent der Gekrümmten
$^1/_{1200}$ Sek.	Von 64 Keiml. haben 51 deutlich reagiert	80%
$^1/_{2000}$ »	» 208 » » 194 » »	93
Blinde Vers.	» 68 » waren 68 völlig gerade	100

[1] Die Pflänzchen der Küvette 4 wurden nicht der Sonne exponiert, sondern dem diffusen Hoflichte. Nur die rechte Hofwand, die von der Sonne beleuchtet war, konnte etwas Sonnenlicht in die Kastenöffnung reflektieren. Man sieht aber aus dem Protokoll, daß diese Exposition von keinem Induktionserfolg begleitet war.

Da die erhaltenen Krümmungen, wie die Photographie Fig. 4 es zeigt, sehr kräftig sind, der Prozentsatz der gekrümmten Pflanzen ein außerordentlich hoher ist und zudem eine beträchtliche Anzahl von Kontrollversuchen angestellt wurden, so wird sicher niemand daran zweifeln, daß faktisch das Sonnenlicht während so kurzer Einwirkungszeit diese Wirkungen hervorgerufen hat und nicht etwa eine andere Induktion daran schuldtragend ist. (Siehe diesbezüglich Vers. 43, Küvette Nr. 4.)

Wüßte man, daß auch für ältere Stadien der Pflanzen das gleiche gilt, wüßte man, ob z. B. zur Herbeiführung der fixen Lichtlage auch so kurze Reizanlässe genügen, so könnte man den allgemeinen Ausspruch wagen, daß jeder Sonnenstrahl, der durch die Wolken fährt, auf der weiten Flur seine Spuren zurückläßt.

Versuche mit dem diffusen Tageslichte.

Es wird nötig sein, bei diesen Versuchen einige Details der Methodik noch nachzutragen. Was die Lichtintensität anlangt, so wurde diese natürlich des öfteren nach der Wiesner'schen Methode gemessen; man findet die Resultate der Messung auch bei jedem der hier mitgeteilten Versuche angegeben.

Die Experimente mit dem diffusen Tageslichte wurden fast immer bei völlig bewölktem Himmel ebenfalls in der photographischen Dunkelkammer und mit der gleichen Apparatur ausgeführt, die im vorigen Abschnitte beschrieben ist. Nun stelle man sich den Lichthof mäßig hell beleuchtet vor. Durch das klein dimensionierte Fenster der Dunkelkammer tritt natürlich nur ein Bruchteil des Lichtes ein. 1 *m* vom Fenster entfernt steht erst der Kasten, dessen vordere Öffnung, auf die der Schlitzverschluß aufgesetzt ist, nur 9×12 *cm* groß ist. Von dieser Öffnung aus konnte man nur ein kleines Himmelstück erblicken. Der weitaus größte Teil des Lichtes war von den Hofwänden diffus reflektiert und diesem Lichte wurden die Pflanzen ausgesetzt. Das diffuse Licht, das also die Keimlinge traf, wird man daher als ein sehr schwaches bezeichnen müssen. Ein solcher Versuch sei nun wiedergegeben.

Versuch Nr. 35 vom 4. Juni 1909.

Diffuses Licht. Der Vierer-Ton wird in zirka 10 Minuten erreicht, was einer Intensität von etwa 0·0067 B.-R.-Einheiten entspricht. Die rechte Hofseite ist von der Sonne beschienen, doch ist von der Kastenöffnung aus nur ein kleines Stück derselben zu sehen. Himmel dunstig, aber ohne Wolken. Direktes Sonnenlicht gelangte nicht auf die Pflanzen.

Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $10^h\ 35^m$ bis $10^h\ 45^m$.
Experimentiert von $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 3^m$.
Zahl der Küvetten: 7.
Durchschnittslänge der Keimlinge 1·5 *cm*.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: $12^h\ 40^m$
1	$^1/_{15}$ Sek.	8 *cm*	1	Von 10 Keimlingen sind 10 sehr deutlich gekrümmt.
2	$^1/_{22}$ Sek.	8 *cm*	12	Von 10 Keimlingen sind 10 sehr deutlich gekrümmt.
3	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 ganz gerade.
4	$^1/_{15}$ Sek.	8 *cm*	1	Von 8 Keimlingen sind 7 sehr deutlich und 1 Keimling schwach gekrümmt.
5	$^1/_{22}$ Sek.	8 *cm*	12	Von 10 Keimlingen sind 10 sehr deutlich gekrümmt.
6	$^1/_{40}$ Sek.	4 *cm*	1	Von 9 Keimlingen sind 5 ganz schwach gekrümmt.
7	Blinder Versuch	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 ganz gerade.

Dieser Versuch sei als Paradigma für mehrere andere mitgeteilt, die natürlich bei immer wieder anderen Intensitäten durchgeführt wurden. Da das diffuse Licht von den verschiedensten Intensitäten sein kann, so hat es weiter nicht viel Interesse, hier kürzeste Induktionszeiten zu suchen. Aber das in der Tabelle zutage tretende Resultat, daß $^1/_{40}$ Sekunden Belichtung bei schwachem diffusen Lichte noch Reaktionen zeitigt, ist von der größten Wichtigkeit für die Methodik reizphysiologischer Untersuchungen. Es dürfte kaum je eine Untersuchung angestellt worden sein, bei der z. B. Vorbelichtungen von so kurzer Dauer vermieden worden sind. Und doch sind so kurze Belichtungen schon von bedeutendem Einfluß, wie noch aus den im folgenden Abschnitte wiedergegebenen Tabellen immer wieder klar zum Ausdruck kommt. In diesem folgenden Abschnitt soll nun aber auch erklärt werden, wieso dieser große Einfluß ganz kurzer Belichtungen im diffusen Licht bis jetzt immer wieder übersehen werden konnte.

Die Erscheinung der Überbelichtung.

Unter diesem Namen seien alle Phänomene verstanden, die auftreten, wenn man die Reizung über die Präsentationszeit hinaus fortsetzt. Diese Erscheinungen sind in theoretischer und methodologischer Hinsicht interessant genug. Um ihre Seltsamkeit ins rechte Licht zu rücken, muß ich hier auf den allerersten Versuch zurückgehen, den ich bei der Untersuchung der heliotropischen Präsentationszeit überhaupt unternommen habe.

Der Versuch datiert vom 22. Jänner 1908 und war zum Zwecke einer beiläufigen Orientierung über die Größe der heliotropischen Präsentationszeit bei verschiedenen Lichtstärken angestellt worden. In fünf verschiedenen Entfernungen von der Lichtquelle, von denen jede doppelt so groß war als die vorhergehende, d. i. bei 5 verschiedenen Lichtintensitäten, von denen jede 4 mal so groß war als die vorhergehende, wurde je 5, 10 und 15 Minuten induziert. Der Versuch wurde mit Keimlingen von *Lepidium sativum* angestellt und das Ergebnis war folgendes:

Entfernung vom Lichte	Intensität	Induktionszeit		
		5 Minuten	10 Minuten	15 Minuten
15·9 *cm*	211·891 N.K.	Kein Heliotropismus	Kein Heliotropismus	Kein Heliotropismus
31·9	52·972	Kein Heliotropismus	Kein Heliotropismus	Heliotropismus sehr zweifelhaft
63·8	13·244	Kein Heliotropismus	Kein Heliotropismus	Heliotropismus zweifelhaft
127·5	3·311	Von 4 Keimlingen sind 4 schwach gekrümmt	Von 7 Keimlingen sind 5 gekrümmt	Von 5 Keimlingen sind 4 gekrümmt
255	0·828	Von 5 Keimlingen sind 3 schwach gekrümmt	Von 4 Keimlingen sind 4 gekrümmt	Von 6 Keimlingen sind 6 gekrümmt

Das Ergebnis dieses ersten Versuches kam natürlich völlig unerwartet. Ein Licht von der Intensität 0·8 N. K. hatte bei 5 Minuten dauernden Einwirkung bereits den Beginn einer Induktion hervorgerufen und ein 256mal stärkeres Licht sollte in der dreifachen Wirkungszeit gar keinen Effekt erzielen? Man konnte doch nicht annehmen, daß bei stärkerem Reiz die Präsentationszeit zunimmt, wenn nicht anders der ganze Begriff der Präsentationszeit ein Nonsens sein soll.

Erst später kam ich auf die Vermutung, daß ein Fehler taktisch-experimenteller Natur dieses unverständliche Resultat gezeitigt haben könnte. Es war ja denkbar, daß die bei 211 Kerzenstärken angewendeten Induktionszeiten schon zu groß waren und daß die Belichtung über die Präsentationszeit hinaus den Effekt nur zu schwächen imstande war. Diese Vermutung hat sich denn auch als richtig erwiesen. Bei 211·891 N.K. war die Präsentationszeit nur 2 Sekunden und es war das interessante Faktum aufgefunden, daß die Überbelich-

tung den heliotropischen Effekt nicht verstärkt, sondern schwächt.

Zum guten Teil ist diese Erscheinung schon aus der Kurve herauszulesen, die Wiesner für die Abhängigkeit des heliotropischen Effektes von der Lichtintensität feststellte. Der Umstand, daß jenseits vom Optimalpunkt dieser Kurve bei steigenden Intensitäten der Effekt schwächer wird, ist ja gar nicht anders zu deuten (siehe diesbezüglich die erste Mitteilung, Einleitung).

Damit war aber auch klar, daß es für ein und dieselbe Intensität eigentlich zwei Präsentationszeiten geben müsse. Im obigen Falle induziert ein Licht von 211 N. K. in 2 Sekunden Heliotropismus. Nimmt man nun Induktionszeiten, die die Präsentationszeit von 2 Sekunden um immer mehr übersteigen, so wird der Effekt immer mehr geschwächt werden. Da aber bei konstanter Belichtung schließlich doch eine starke Reaktion eintritt, so ist klar, daß es für diese Reaktion doch auch eine Präsentationszeit geben muß.

Die ganze Frage der Überbelichtung hat aber mittlerweile Blaauw ausführlich untersucht und es sei hier auf das dritte Kapitel seiner Arbeit verwiesen. Seine Resultate entsprechen allen Erwartungen.

Mir bleibt hier nur übrig, einige Versuche mitzuteilen, die im diffusen Tageslichte ausgeführt wurden und sich auf den Einfluß der Überbelichtung beziehen. Dabei wird man Gelegenheit haben, auch aus diesen Protokollen den Einfluß kurzer Expositionen im diffusen Tageslichte zu erkennen und wird zu den ja nur wenigen im vorigen Abschnitte mitgeteilten Zahlen hier weitere bestätigende finden.

Versuch Nr. 31 vom 29. Mai 1909.

Diffuses Licht. Völlig bedeckter Himmel. Der Vierer-Ton wird erreicht in zirka 10 Minuten, die Intensität ist also zirka 0·0067 B.-R.-Einheiten.

Vorgeprüft und ausgejätet im roten Lichte von $8^h\ 30^m$ bis $8^h\ 45^m$.

Experimentiert von $8^h\ 45^m$ bis $9^h\ 5^m$.

Zahl der Küvetten: 7.

Nr.	Expositionszeit	Schlitzbreite	Federspannung	Kontrolle: $10^h 45^m$
1	$^1/_{125}$ Sek.	1 *cm*	1	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade, oder aber sehr?
2	$^1/_{150}$ Sek.	1 *cm*	12	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade, oder aber sehr?
3	Blinder Versuch	—	—	Von 5 Keimlingen sind 5 gerade.
4	1 Sek.	—	—	Von 9 Keimlingen sind 9 stark gekrümmt.
5	3 Min.	—	—	Von 10 Keimlingen sind 10 gerade, oder 9 gerade, 1?
6	Blinder Versuch	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 gerade.
7	1 Sek.	—	—	Von 8 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.

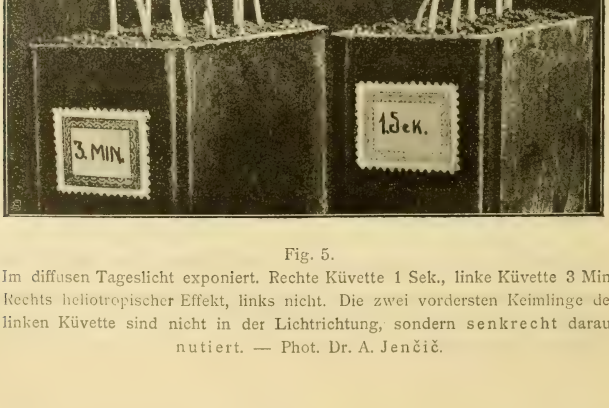


Fig. 5.
Im diffusen Tageslicht exponiert. Rechte Küvette 1 Sek., linke Küvette 3 Min. Rechts heliotropischer Effekt, links nicht. Die zwei vordersten Keimlinge der linken Küvette sind nicht in der Lichtrichtung, sondern senkrecht darauf nutiert. — Phot. Dr. A. Jenčič.

Die Küvetten 5 und 7 wurden um 11^h photographiert (siehe die vorstehende Fig. 5).

In einem anderen Versuche wurden die Induktionszeiten langsam abgestuft, wie es das folgende Versuchsprotokoll zeigt.

Versuch Nr. 39 vom 14. Juni 1909.

Völlig bedeckter Himmel. Sehr schwaches diffuses Licht. In einer halben Stunde war der Ton 2·73 noch nicht erreicht.

Intensität unter 0·00152 B.-R.-Einheiten.
Vorbelichtet und ausgejätet im roten Lichte von $10^h\ 50^m$ bis 11^h.
Experimentiert von $11^h\ 4^m$ bis $11^h\ 20^m$.
Zahl der Küvetten: 8.

Nr.	Expositionszeit	Kontrolle: $12^h\ 45^m$
1	3 Minuten	Von 5 Keimlingen sind 5 gerade.
2	1 Minute	» 7 » » 7 »
3	50 Sekunden	» 6 » » 6 »
4	40 »	» 6 » » 6 »
5	30 »	» 7 » » 7 »
6	20 »	» 4 » ist 1 Keimling gekrümmt.
7	10 »	» 8 » sind 6 schwach »
8	1 Sekunde	» 5 » » 5 deutlich »

Aus den beiden mitgeteilten Versuchen geht hervor, daß wohl 1 Sekunde Belichtung starken Effekt auslöste, daß aber Belichtung während weiterer 179 Sekunden keinen Effekt hervorruft. Es konnte nun wohl noch ein Zweifel darüber auftauchen, ob nicht die dreiminutige Expositionszeit die Reaktion nur etwas verzögert, aber nicht völlig ausschaltet. Deshalb wurde bei einem Versuche die Kontrolle durch 9 Stunden in Intervallen von zirka 2 Stunden vorgenommen.

Versuch Nr. 41 vom 17. Juni 1909.

Diffuses Licht. Ganz bewölkter Himmel.

Intensität unter 0·00152 B.-R.-Einheiten.
Vorgeprüft und ausgejätet im roten Lichte von $10^h\,5^m$ bis $10^h\,18^m$.
Experimentiert von $10^h\,20^m$ bis $10^h\,45^m$.
Zahl der Küvetten: 8.

	$11^h\,45^m$	$12^h\,15^m$	$1^h\,15^m$	$2^h\,45^m$	$5^h\,45^m$	Endkontrolle: $7^h\,30^m$
$^1/_{15}$ Sek.	Kr.	starke Kr.	starke Kr.	Wie um $1^h\,15^m$	Wie um $1^h\,15^m$	Von 7 Keimlingen sind 7 gut gekrümmt.
1 Sek.	Kr.	starke Kr.	sehr starke Kr.			Von 10 Keimlingen sind 9 sehr stark gekrümmt.
1 Sek.	Kr.	starke Kr.	sehr starke Kr.			Von 7 Keimlingen sind 7 sehr stark gekrümmt.
1 Sek.	Kr.	starke Kr.	sehr starke Kr.			Von 8 Keimlingen sind 8 sehr stark gekrümmt.
Blinder Versuch	—	—	—			Von 11 Keimlingen sind 11 ganz gerade.
1 Sek.	Kr.	starke Kr.	sehr starke Kr.			Von 10 Keimlingen sind 10 stark gekrümmt.
3 Min.	—	—	—			Von 8 Keimlingen sind 8 ganz gerade.
1 Sek.	Kr.	starke Kr.	sehr starke Kr.			Von 9 Keimlingen sind 8 stark gekrümmt.

Es ist also nach diesem Versuche bei 3 Minuten überhaupt keine Reaktion eingetreten. Nimmt man aber noch längere Induktionszeiten, so tritt der Erfolg wieder ein! Dies zeigt der folgende Versuch.

Versuch Nr. 44 vom 21. Juni 1909.

Völlig bedeckter Himmel. Hier wurde die Intensität nicht ermittelt.

Vorgeprüft und ausgejätet bei rotem Lichte von $9^h\ 35^m$ bis $9^h\ 42^m$.
Experimentiert von $9^h\ 45^m$ bis $10^h\ 5^m$.
Zahl der Küvetten: 4.

Nr.	Expositonszeit	Kontrolle: 12^h
1	1 Sekunde	Von 5 Keimlingen sind 5 stark gekrümmt.
2	3 Minuten	» 4 » » 4 gerade.
3	15 »	» 6 » » 5 gut gekrümmt.
4	1 Sekunde	» 4 » » 4 stark gekrümmt.

Das Resumé all dieser Versuche ergibt also, daß sehr kurze Beleuchtungszeiten starken heliotropischen Effekt nach sich ziehen, Belichtung über die Präsentationszeit hinaus auf den heliotropischen Effekt schwächend wirkt, ihn sogar ganz ausschalten kann und daß erst eine weiter gesteigerte Induktionszeit wieder Heliotropismus bewirken kann. Aus diesen Verhältnissen (die ja auch Blaauw gefunden hat) erklärt es sich, wieso bis jetzt die starken Wirkungen kurzer Belichtung mit schwachem diffusen Licht nie bemerkt worden sind und wieso bis jetzt die Präsentationszeiten immer so hoch angegeben wurden.[1] Die Vorprüfung der Pflanzen dürfte ja in der Regel mehrere Minuten dauern. Der vorsichtige Experimentator, der sich Gewißheit darüber geben will, ob während dieser Vorprüfung keine Induktion stattgefunden hat, findet in einem zu diesem Behufe angestellten Experiment keine Krümmung und schließt aus dem Mangel einer sichtbaren Reaktion

[1] Siehe diesbezüglich speziell Blaauw, l. c., p. 38.

auf den ungereizten Zustand der Pflanze. In Wahrheit ist aber hier die Pflanze schon so stark überbelichtet, daß keine Reaktion eintritt. Trotzdem hat aber das Licht schon zweifellos große Veränderungen hervorgerufen. Will nun der Beobachter, der diese Erscheinung ja nicht kennt, die »Präsentationszeit« bestimmen, so muß er sehr stark überbelichten und erhält dann auch faktisch eine Präsentationszeit, die aber identisch mit unserer »zweiten Präsentationszeit« ist. Dadurch erhält er natürlich viel zu große Werte. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe, diese zweiten Präsentationszeiten genau zu untersuchen, nachzusehen, in welchem Verhältnisse sie zu den ersten Präsentationszeiten stehen und zu prüfen, durch welche Gesetzmäßigkeit sie verbunden sind.

Jetzt wird es Zeit sein, den Ring zu schließen und zu zeigen, wie die Ergebnisse dieser zweiten Mitteilung die Voraussetzungen der ersten bestätigen. Aus der Gestalt der Wiesnerschen Reaktionszeitenkurve hatte ich geschlossen, daß das Licht bei längerer Einwirkung nicht nur spezifisch heliotropische Tendenzen auslöst, sondern auch solche, die dem heliotropischen Effekt gerade entgegenarbeiten. Und um diese beiden Vorgänge zu separieren, hatte ich die Methode der Reizinduktion gewählt, in der Hoffnung, daß während der Präsentationszeit, die ja wesentlich kürzer währt als die Reaktionszeit, alle jene Faktoren, die wir in ihrer Gesamtheit als Gegenreaktion bezeichnen, noch nicht ausgelöst werden, so daß die primäre Erregung viel unverhüllter sich äußern kann. Die Versuche, die sich mit der Überbelichtung beschäftigten, hatten alle Erwartungen bestätigt (siehe besonders Blaauw, III. Kap.), denn es zeigte sich wirklich, daß Belichtung über die Präsentationszeit hinaus faktisch eine Schwächung des heliotropischen Effektes bewirkt. Damit hat die Methode der Reizinduktion als Analysator tropistischer Reizvorgänge im nachhinein ihre theoretische Rechtfertigung erhalten.

Noch eine kleine Beobachtung sei hier kurz angefügt. Das Fenster der photographischen Dunkelkammer, durch welches das diffuse Licht eingelassen wurde, befand sich in der linken Ecke des Lichthofes. Selbst bei kurzen Induktionszeiten —

besonders bei 1 Sekunde — zeigte sich ganz deutlich, daß die Pflanzen nicht senkrecht zur Ebene des Fensters gekrümmt waren, sondern deutlich nach der rechten Hofecke hin orientiert waren. Dies erscheint auch begreiflich, da ja in der Richtung der Hofdiagonale das stärkste diffuse Licht herrschen muß. Damit ist gezeigt, daß die Tatsachen, die Wiesner (22) in seiner Abhandlung »Über Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht« mitgeteilt hat, nicht nur bei konstanter Belichtung, sondern schon bei sehr kurzen Induktionszeiten auftreten.

Damit schließe ich den experimentellen Teil dieser Arbeit und möchte nur noch die Folgerungen aus meinen und Blaauw's Resultaten für die Methodik reizphysiologischer Experimente kurz besprechen.

Fig. 6.

Es hat sich gezeigt, daß die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen eine ungleich feinere ist als man bisher nur geahnt hat. Selbst wenn man nicht mit starken Intensitäten, wie das direkte Sonnenlicht, sondern mit ganz schwachem diffusen Licht arbeitet, treten bei sehr kurzen Belichtungszeiten schon kräftige Induktionswirkungen auf. Deshalb soll man es strenge vermeiden, die Versuchsobjekte vor dem Experiment im diffusen Tageslichte zu betrachten. Das unvorsichtige Heben eines Sturzes kann schon Induktion veranlassen. Methodisches zur Vorprüfung der Versuchspflanzen haben Pringsheim, Blaauw und K. Linsbauer (p. 1264) mitgeteilt. Alle diese Methoden werden zu prüfen sein. Es wäre ferner sehr wünschenswert, die Pflanzen in gut ventilierten Dunkelzimmern zu ziehen, denn die gebräuchlichen Verdunklungsvorrichtungen sind doch nur mehr minder sorgfältig improvisiert.

Was die heliotropische Dunkelkammer betrifft, so wäre es das vernünftigste, sie lichtdicht in drei Teile zu zerlegen, in die »Lichtkammer«, in die »Dunkelkammer« und in den Aufzuchtsraum. Die Versuchsobjekte kämen mit schädlichen Verbrennungsgasen nicht in Berührung (Richter); Versuche mit sehr kurzen oder intermittierenden Lichtreizen könnten dann völlig exakt ausgeführt werden, indem man aus einer Öffnung in der Lichtkammer das Licht in der gewünschten Weise zutreten läßt, es aber auch völlig abschließen kann; die vielen improvisierten Verdunklungsvorrichtungen, die uns ja stets ein unruhiges Gefühl des Nichtexaktarbeitens verursachen, könnten dann leicht wegfallen. Es wird ferner gut sein, die Dunkelkammer in die Richtung Nord—Süd zu verlegen, um bequem mit der direkten Sonne arbeiten zu können (siehe Fig. 6).

Zusammenfassung.

1. Das Hyperbelgesetz ist ein allgemein-physiologisches Gesetz und zusammen mit dem Talbot'schen Satz, dem Fittingschen Sinusgesetz und dem Gesetz von Charpentier, Riccò, Asher und Schoute von einem Gesichtspunkt aus verständlich.

2. Die kurzen Präsentationszeiten, die von Blaauw angegeben wurden, haben sich durchaus bestätigt.

3. Das Licht der Quarzglasquecksilberlampe löst bei $^1/_{1200}$ und $^1/_{2000}$ Sekunden dauernder Belichtung und in der Entfernung bis 70 *cm* noch heliotropische Krümmungen von beträchtlicher Stärke aus. Von einer Annäherung an einen absoluten Zeitschwellenwert war nichts zu bemerken.

4. Auch das direkte Sonnenlicht vermag, auch wenn es nur $^1/_{2000}$ Sekunde auf die Keimlinge von *Avena sativa* einwirkt, noch kräftigen Heliotropismus zu induzieren.

5. Im schwachen diffusen Tageslicht reichte $^1/_{40}$ Sekunde dauernde Exposition noch zur Induktion des Heliotropismus hin. Selbstverständlich sind bei stärkerem diffusen Lichte noch kürzere Zeiten zu erwarten.

6. Die Versuche über die Erscheinung der Überbelichtung bestätigen alle Angaben Blaauw's. Hier wurde speziell auf die Bedeutung dieser Erscheinung für die Methodik der Reizphysiologie hingewiesen.

7. Die botanisch-reizphysiologische Methodik ist entsprechend den neuen Erkenntnissen von der Empfindlichkeit der Pflanzen zu verfeinern und es erscheint durchaus notwendig, sie ebenso exakt auszubilden, wie dies in der entsprechenden tierphysiologischen Disziplin bereits geschehen ist.

Es ist dem Verfasser ein Herzensbedürfnis, an dieser Stelle seinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. Julius Wiesner für die stete Förderung und das warme Interesse an dieser Arbeit seinen tiefgefühlten und ergebenen Dank auszusprechen. Herrn Pivatdozenten Dr. K. Linsbauer danke ich auch hier herzlich für manche praktische Ratschläge, die er mir stets bereitwilligst erteilte. Endlich danke ich Herrn Dr. A. Jeučič bestens für die Ausführung der Photographien.

Der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien erlaube ich mir für die Zuwendung einer Subvention den ergebensten Dank auszusprechen.

Nachtrag.

Es erfüllt den Verfasser mit großer Freude, neuerdings zwei das Hyperbelgesetz bestätigende Untersuchungen, die während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erschienen sind, den bisher referierten Abhandlungen anfügen und dem Gesamtbild harmonisch einfügen zu können.

In der ersten Mitteilung habe ich betont, daß man aus den Ergebnissen der Experimente Bachs über die Abhängigkeit der geotropischen Präsentationszeit von der Zentrifugalkraft das Hyperbelgesetz deutlich herauslesen kann. Wer bloß einmal mit geometrischem Blick die Präsentationszeitenkurve in Bachs Arbeit (2) auf p. 88 ansieht, erkennt sofort, daß es sich dort um eine gleichseitige Hyperbel handelt. Die mathematische Betrachtungsweise der Ergebnisse Bachs kommt nicht zu

einem so sichern Resultat, denn die Produkte aus Zentrifugalkraft und Präsentationszeit sind nicht sehr übereinstimmend. Aber das Auge sieht leichter über eine Wellung der Kurve hinweg als der »Zahlensinn« über eine Differenz von 25 oder 50 Einheiten! Miß Pekelharing, eine Schülerin Wents, hat die Produkte, die man sich nach den Bach'schen Angaben bilden kann, nicht genügend übereinstimmend gefunden, um daraus mit Sicherheit das Hyperbelgesetz herauslesen zu können. Sie hat deshalb diese und andere Versuche Bachs wiederholt und findet auf Grund sehr zahlreicher Experimente, daß zur Erzielung der eben merklichen geotropischen Induktion

a) bei Zentrifugalversuchen die Produkte aus Fliehkraft und Präsentationszeit konstant sind,

b) bei Versuchen in verschiedenen Ablenkungswinkeln von der Ruhelage die Produkte aus Präsentationszeit und wirksamer Schwerkraftskomponente ebenfalls konstant sind.

Ganz vor kurzem hat nun Artur Maillefer einige wichtige Ergebnisse, die aus einem zweijährigen Studium des Geotropismus resultieren, mitgeteilt. Maillefer suchte von vornherein bewußt nach einem Gesetz, das Reizgröße, Reizzeit und geotropischen Effekt verbindet. Er bediente sich dazu der besonders von Fitting verwendeten Methode des Vergleiches zweier Reizgrößen durch Applizieren derselben auf zwei genau antagonistische Flanken des reizbaren Organs. Mit Hilfe eines eigens gebauten Apparates gelang es ihm verschieden starke Zentrifugalkräfte durch verschieden lange Zeit auf zwei entgegengesetzte Seiten seiner Versuchsobjekte *(Avena)* wirken zu lassen. Da er sowohl das Verhältnis der Zentrifugalkräfte als auch jenes der Expositionszeiten willkürlich ändern konnte, so war es ihm möglich durch Tâtonnement jenes Verhältnis von Kräften und Zeiten zu eruieren, bei welchem Gleichgewicht herrschte, die Versuchspflanzen also keinerlei Krümmung aufwiesen.

Das Resultat entspricht allen Erwartungen (p. 286):

»Pour que l'induction géotropique produite par une force f_1 soit égale à l'induction produite par une

force f_2, il faut que le rapport $\frac{f_1}{f_2}$ soit égal au rapport $\frac{t_2}{t_1}$ des temps pendant lesquels les forces agissent.« Und weiter: »Ce résultat nous permettra de définir l'induction géotropique comme le produit de la force qui agit sur la plante par le temps pendant lequel elle agit.«

Eine weitere Übereinstimmung: Auch Maillefer, als mathematisch geschulter Autor, war sofort von der Gestalt der Bach'schen Präsentationszeitenkurve frappiert; er erkannte gleich mir die Hyperbelgestalt dieser Kurve und holte ebenfalls aus der Gleichung der Kurve das Gesetz heraus: »Le temps de présentation est inversément proportionnel à la force centrifuge qui agit sur la plante« (p. 290).

Zum Schluß ein halber Widerspruch: Maillefer hat auch die Resultate, die Bach beim Studium der Abhängigkeit der geotropischen Präsentationszeit vom Angriffswinkel der Schwerkraft erhielt, der mathematischen Behandlung unterworfen. Er fand die Bach'schen Zahlen am besten mit dem Gesetz übereinstimmend, daß die Präsentationszeit der Quadratwurzel aus dem Sinus des Neigungswinkels verkehrt proportioniert ist. Dieser Satz steht nicht nur in prinzipiellem Widerspruch zum Hyperbelgesetz, sondern auch in speziellem Gegensatz zu unserer auf p. 1252 dieser Abhandlung gegebenen Deutung der Ergebnisse von Fitting und Bach. Fitting hat mit seinem intermittierenden Klinostaten gezeigt, daß die Präsentationszeit dem Sinus des Neigungswinkels verkehrt proportioniert ist und die Resultate, die Bach beim Studium derselben Frage auf anderem Wege erhielt, leisten wenigstens zum Teil diesem Gesetz genüge. Nun findet aber Maillefer, daß bei den Bach'schen Zahlen nicht der Sinus, sondern die Quadratwurzel aus dem Sinus in Betracht kommt. Gleichwohl kann er gegen die Fitting'schen Resultate nichts einwenden. Dieser Widerspruch fällt ihm selbst auf (p. 310):

»Il est un point qui mérite d'être relevé, c'est que tandis que l'effet géotropique mesuré à l'aide de la méthode d'induction alternative est proportionnel au sinus de l'angle, l'effet géotropique mesuré à l'aide du temps de présentation

est proportionnel à la racine du sinus..... Il y a ici un point obscur; il serait possible de l'éclaircir à l'aide d'une hypothèse; nous ne chercherons pas à le faire, attendant que l'expérience nous ait fourni des données plus sûres que celles, dont nous disposons actuellement.«

Im letzten Satz dieser aus Maillefers Arbeit zitierten Stelle ist nun meiner Ansicht nach der springende Punkt zu suchen. Die Resultate Bachs waren ganz einfach nicht zahlreich und exakt genug, um bereits die Anwendung mathematischer Analysis zu vertragen. Ich verweise aber Maillefer auf die vorläufige Mitteilung der Miß Pekelharing (siehe p. 1290 dieser Arbeit), in welcher die Produkte aus Reizzeit und wirkender Schwerkraftskomponente viel übereinstimmender sind als bei Bach. Wenn Maillefer die Elderton'sche Methode der Konstantenberechnung, die mir fremd ist, auf diese Zahlen anwenden wird, so muß er, daran ist kein Zweifel, zu dem nach allem Dargelegten notwendig zu erwartenden Resultate kommen, daß zwischen Präsentationszeit und Neigungswinkel jene Beziehung besteht, die Fitting festgelegt hat und die allein vom Standpunkt des Hyperbelgesetzes verständlich erscheint.

Alle Reizphysiologen seien hiemit auf die Abhandlung Maillefers aufmerksam gemacht, in welcher sich noch eine Reihe interessanter Formeln findet — lauter Ergebnisse der Anwendung von Mathematik auf biologische Probleme. Wenn es in der vorliegenden Arbeit gelungen ist, eine nicht unbeträchtliche Zahl verschiedenster Gesetzmäßigkeiten aus einem Satze heraus zu erklären, so verdanken wir dieses Ergebnis nur der mathematischen Betrachtungsweise. Sie vermochte es, in diesem Falle unser Wissen zu vertiefen und eine große Zahl von Kenntnissen zu einer Erkenntnis zu verdichten. Ihr Wert als Methode der Forschung kann speziell in der Biologie nicht genug betont werden.

Literatur.

1. Asher L., Zeitschrift für Biologie, Bd. 35, 1897.
2. Bach H., Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 44, 1907.
3. Blaauw A. H., Extrait d. Rec. d. Trav. Bot. Neerl. Inaug.-Diss., Bd. 5, 1909.
4. Bloch A. M., Compt. rend. de l. soc. d. biol., Bd. 37, 1885.
5. Charpentier A., Archive d'Ophthalmol., Bd. 10, 1890.
6. — Académie d. sciences, 13. Dez., 1880.
7. Figdor W., Diese Sitzungsber., Bd. 102, 1893.
8. — Wiesner-Festschrift, Wien, Konegen, 1908.
9. Fitting H., Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 41, 1905.
10. Fröschel P., Diese Sitzungsber., Bd. 117, 1908.
11. — Naturwiss. Wochenschrift, Bd. 24, Nr. 27, 1909.
12. Grijns G. und A. K. Noyons, Arch. für Anat. u. Physiol., 1905.
13. Kries J. v., Zeitschrift für Sinnesphysiol., Bd. 41, 1906.
14. Linsbauer L., Wiesner-Festschrift, Wien, Konegen, 1908.
15. Pringsheim E., Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 26*a*, 1908.
16. Riccò, Annal. d'Ottalmol., Bd. 6, 1877. Zit. n. O. Zoth, in Nagel's Handb. d. Physiol. d. Menschen.
17. Schoute, Zeitschrift für Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane, Bd. 19, 1899.
18. Weiß O. und Ernst Laqueur, Beiträge zur Physiol. und Pathol., 1908.
19. Went F. A. F. C., Referat über die Untersuchung von A. H. Blaauw in Proceedings of the Meetings of Saturday, September 26, 1908. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen von P. Fröschel, Österr. Bot. Zeitschrift, 1909, Nr. 2.
20. Wiesner J., Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., Bd. 39, 1878.
21. — Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., Bd. 43, 1880.
22. — Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 16. 1898.
23. — Österr. Bot. Zeitschrift, 1893.

Nachtrag zum Literaturverzeichnis.

Maillefer A., Etude sur le géotropisme. Bull. d. l. Soc. Vaudoise d. scienc. nat. Vol. 45, Juni 1909.

Pekelharing C. J., Proceedings of the Meeting of Saturday. May 29, 1909.

Versuche über den Heliotropismus von Holzgewächsen

von

Franz Kölbl.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Juli 1909.)

Erster Abschnitt.

Einleitung.

Unsere Kenntnisse des heliotropischen Verhaltens der Achsenorgane beruhen fast ausschließlich auf der experimentellen Untersuchung krautiger Pflanzen, während Holzgewächse kaum und auch dann zumeist nur nebenher als Versuchsobjekte herangezogen wurden. Abgesehen von gelegentlichen Beobachtungen liegen nur Versuche Wiesner's vor, welcher schon wiederholt den Zusammenhang zwischen Heliotropismus der Holzgewächse, Lichtgenuß und Pflanzenhabitus betonte.

Seine ersten Versuche, welche bereits in den »heliotropischen Erscheinungen«[1] niedergelegt wurden, bezogen sich auf etiolierte Triebe von *Salix alba,* wobei sich zeigte, daß für diesen Fall dasselbe Gesetz Geltung hat wie für krautige Gewächse, »daß nämlich mit der Abnahme der Lichtintensität bis zu einer bestimmten Grenze die heliotropische Krümmungsgeschwindigkeit und überhaupt die Energie des Heliotropismus zunahm und von hier an mit dem weiteren Sinken der Lichtstärke wieder abnahm«. Dem genannten Forscher gelang es auch für etiolierte Triebe von *Salix alba*[2] die obere Licht-

[1] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Denkschrift d. k. Akad. d. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., 1 Teil, Bd. XXXIX, 1878, p. 177.

[2] L. c., p. 40 (180).

intensitätsgrenze, das Optimum der Lichtstärke und die untere Lichtintensitätsgrenze beim Heliotropismus zu bestimmen. Er fand als obere Grenze über 400, als Optimum 6·25 Walratkerzen und als untere Grenze einen Wert, der bedeutend unter 1·560 Walratkerzen gelegen ist. Auch bei den Versuchen über die Verteilung der heliotropischen Kraft im Spektrum verwendete Wiesner etiolierte Sprosse von *Salix alba* und fand, daß sich dieselben nur in Violett, Indigo und Blau, nicht aber in Grün und auch nicht unter dem Einflusse der schwachbrechbaren, leuchtenden und ultraroten Strahlen krümmen.[1]

Wie Wiesner in seinem neuesten Werke »Der Lichtgenuß der Pflanzen«[2] betont, wenden krautige Gewächse ihren Stengel fast immer dem stärkeren Lichte zu, welche Erscheinung man auf jedem Fensterbrette sieht, auf welchem Blumen kultiviert werden. Aber auch Holzgewächse, wenn sie auch nicht die Erscheinung des Etiolements darbieten, wenden ihre Sprosse häufig dem stärkeren Vorderlichte, und zwar infolge von Heliotropismus, zu, wenn sie einem nur mäßigen Oberlichte und einem ungleichen Vorderlichte ausgesetzt sind. In Höfen, welche mit Bäumen oder Sträuchern bepflanzt sind, kann man diese Erscheinung häufig genug wahrnehmen. Verfolgt man die Eignung zum Heliotropismus bei den Holzgewächsen eingehender, so kommt man zu dem in biologischer Beziehung wichtigen Resultate, daß im allgemeinen die Zweige der Bäume viel weniger zum positiven Heliotropismus neigen, als die der Sträucher, was auf den Habitus dieser beiden Formen der Holzgewächse von großem Einfluß ist.

Der schiefe Lichtwuchs eines Baumes, d. h. sein Vorneigen gegen das stärkere Vorderlicht kann auch zum Teile auf Heliotropismus, zum Teile auf Phototrophie und einer durch sie bedingten Lastkrümmung beruhen.

Auch das Aufstreben von im Hinterlichte stehenden Ästen erklärt Wiesner[3] als eine Erscheinung des positiven Heliotropismus; tatsächlich ist es genanntem Forscher durch Kultur von Linden im Korridor des pflanzenphysiologischen

[1] L. c., p. 49 (189).

[2] Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen. Leipzig, 1907, p. 286 f.

[3] Ebendaselbst, p. 104 ff.

Institutes gelungen, auf indirektem Wege den Nachweis zu führen, daß das Aufstreben der rückwärtigen Äste auf eine heliotropische Wirkung zurückzuführen ist.

Nach diesen kurzen historischen Bemerkungen komme ich zu meinen eigenen Versuchen. Vergleichen wir die Erscheinungen des Heliotropismus an Holzgewächsen mit denen an krautigen Pflanzen, wie sie im Freien zu beobachten sind, so kommt man zu dem Resultate, daß deutlich erkennbare heliotropische Krümmungen an Holzgewächsen in der Natur nicht in dem Maße vorkommen, wie dies bei krautigen Gewächsen so häufig der Fall ist. Die Aufklärung dieses differenten Verhaltens bildet den Gegenstand der vorliegenden experimentellen Untersuchung.

Es handelt sich zunächst um die Beantwortung folgender Fragen: Welchen Einfluß nimmt das Licht auf die heliotropische Krümmung der Keimlinge von Holzgewächsen im etiolierten und normalen Zustande? Wie äußert sich der Heliotropismus an Zweigen erwachsener Pflanzen? Von besonderem Interesse ist die Frage nach der heliotropischen Empfindlichkeit von Holzgewächsen im Vergleiche zu krautigen Pflanzen.

Ich möchte, um Mißverständnissen vorzubeugen, gleich an dieser Stelle betonen, daß es nicht in meiner Absicht lag, den heliotropischen Reizvorgang einer physiologischen Analyse zu unterwerfen. Meine Aufgabe war eine rein biologische. Von diesem Standpunkte aus kommt dem durch einseitige Beleuchtung tatsächlich erzielten Krümmungseffekt allein ein erhöhtes Interesse zu. Ich betrachte daher vom biologischen Gesichtspunkte aus vorwiegend die Krümmung als Maßstab der heliotropischen Empfindlichkeit. Den Induktionsbeginn (Wiesner), beziehungsweise die Präsentationszeit Czapek's zu ermitteln, lag nicht in meiner Absicht.

Zweiter Abschnitt.

Methodisches.

Um die Darstellung des Verlaufes der einzelnen Versuche möglichst zu vereinfachen, teile ich zunächst die nötigsten

Daten über die Vorbereitung und Ausführung der Versuche im allgemeinen mit. Die notwendigen Ergänzungen zu diesen Vorbemerkungen finden sich bei der betreffenden Versuchsanstellung selbst.

Vorbereitung des Materials: Die zur Aussaat verwendeten Samen erhielt ich zum Teile aus dem Wiener Botanischen Garten und aus der forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn bei Wien, wofür ich an dieser Stelle den Leitern dieser Institute meinen wärmsten Dank ausspreche; zum Teile war es mir möglich, Samen auch noch selbst für meine Zwecke zu sammeln.

Nachdem ich die Samen entsprechend quellen ließ, wurden sie in größere Gartentöpfe, die mit gleichmäßig feuchter, gesiebter Gartenerde gefüllt waren, derart verteilt, daß sie sich beim Wachstum nicht hinderlich sein konnten. Sodann stellte ich die Töpfe an halbdunklen Stellen des Warmhauses auf; sie wurden aber sofort ganz dunkel gestellt, als ich merkte, daß die obere Erdschichte sich lockerte, um die Keimlinge hervorbrechen zu lassen. Im Dunkeln wurden die Keimlinge kultiviert, da es bekannt ist, daß etiolierte Keimlinge lichtempfindlicher sind als im Licht gezogene. Zur Verdunklung standen mir größere Blechzylinder zur Verfügung. Die minder tauglichen Keimlinge wurden sofort entfernt, um ein schön gerade gewachsenes Versuchsmaterial zu erzielen. Sobald die Keimlinge für den Versuch geeignet waren, wurden sie in kleinere Töpfe entsprechend orientiert versetzt. Die heliotropische Induktion erfolgte mit Rücksicht auf die vorhandenen Nutationen stets in Flankenstellung.

Jede einzelne Gruppe von Versuchs- und Kontrollkeimlingen umfaßte in der Regel 4 bis 6 Exemplare. Messungen der Keimlinge vor und nach dem Versuche bestätigten, daß ich es immer mit gesunden, sich weiter entwickelnden Objekten zu tun hatte. Um aber in zweifelhaften Fällen ganz sicher zu gehen, ließ ich die Keimlinge auch noch am Ende des Experimentes in irgendeiner Weise die bekannten positiv heliotropischen Krümmungen ausführen.

Da aber die Keimlinge durch das Versetzen in kleinere Töpfe oft auf kürzere oder längere Zeit hin ihr normales

Wachstum, wie ich mich des öftern überzeugte, einstellten, so geschah das Versetzen immer wenigstens einen Tag vor der Versuchsanstellung. Das Versetzen der Keimlinge in die entsprechenden Gartentöpfe, sowie die Messungen derselben vor dem Versuche erfolgten stets bei sehr schwachem diffusen Tageslicht, worauf sie sofort wieder dunkel gestellt wurden. Die für den Versuch bestimmten Keimlinge brachte ich vom Warmhaus nicht sofort in die Dunkelkammer, sondern vorerst in den Experimentierraum, wo sie gewöhnlich nachtsüber verblieben, und erst von hier aus in die Dunkelkammer, weil sie, besonders aber die zarteren unter ihnen, wie ich aus meinen Vorversuchen entnahm, infolge veränderter Feuchtigkeit, leicht leiden. Bei den Versuchen selbst wurde stets dafür Sorge getragen, daß die Erde in den Töpfen immer gleichmäßig feucht blieb.

Kultur der Keimlinge im Lichte: Meine Versuche erstreckten sich auch auf Keimlinge, die im Lichte gezogen wurden. Um ein Versuchsmaterial zu erhalten, das vollkommen gleichmäßiger Beleuchtung ausgesetzt war, stand mir ein Rotationsapparat zur Verfügung, der knapp an einem Südfenster und in gleicher Höhe desselben im Korridor des Institutes aufgestellt werden konnte. Die für die entsprechenden Versuche zu verwendenden Keimlinge rotierten auf horizontaler Scheibe und machten in einer Stunde eine Umdrehung. Der Rotationsapparat konnte durch einen Elektromotor in Bewegung gesetzt und in vollkommen gleichmäßiger Bewegung erhalten werden. Das Material blieb solange dem Tageslichte ausgesetzt, bis ich es für die entsprechenden Versuche geeignet hielt. Auch von diesem Material wurden nur die besonders geeigneten Objekte für die Versuche entsprechend orientiert in kleinere Gartentöpfe versetzt, wieder auf den Rotationsapparat gebracht und erst nach 1 bis 2 Tagen für den Versuch verwendet.

Zu den Versuchen in diffusem Lichte: Meine Versuche in diffusem Tageslichte wurden in der Zeit von Dezember bis Ende Mai im Experimentierraum und die Versuche mit abgeschnittenen Zweigen im Warmhaus des pflanzenphysiologischen Institutes vorgenommen. Das Licht erhält der

Experimentierraum von Osten. Die ganze Ostwand dieses Raumes von einer Höhe von ungefähr 1 *m* an bildet eine doppelte Glaswand und geht im Bogen ins Glasdach über. Oberlicht ist infolge des stets Dunkel gehaltenen Glasdaches ausgeschlossen. Infolge gegenüberliegender Räumlichkeiten des Universitätsgebäudes ist die Lichtintensität bereits etwas abgemindert. Meine Versuche wurden in einer Entfernung von ungefähr 4 *m* von der Ostwand in einer Höhe von 2 *m* aufgestellt. Die Versuche wurden so eingeleitet, daß das Licht, und zwar nur horizontal einfallendes Licht, stets von einer Seite kam. Ich verfügte über drei innen geschwärzte Holzkasten von etwa 50 *cm* Höhe und 50×40 *cm* Tiefe und Breite. Eine an der Frontseite gelegene Spalte konnte nach Bedarf des Versuches der Höhe und Breite nach derart verändert werden, daß die Versuchsobjekte nur durch die Spalte Licht empfangen konnten. Die Versuchsobjekte standen gewöhnlich 8 bis 10 *cm* hinter der Spalte. Auch für die Versuche im Warmhaus wurden ähnliche Dunkelkasten verwendet.

Die Lichtintensität im Experimentierraum und Warmhaus wurde nach dem bekannten Wiesner'schen Verfahren ermittelt.[1] Meine diesbezüglichen zahlreichen Messungen, die ich an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Stunden vornahm, ergaben, daß die Lichtintensität an der Stelle, an der ich meine Versuche im Experimentierraum anstellte, $^1/_{36}$, im Warmhaus $^1/_{90}$ des gesamten Tageslichtes betrug.[2] Auch im Warmhaus wurde das Versuchsmaterial ungefähr 4 *m* vom Ostfenster aufgestellt. Infolge der größeren Anzahl der Gewächse, die im Treibhaus aufgestellt sind, ist die Lichtintensität an der betreffenden Stelle auf $^1/_{90}$ des gesamten Tageslichtes reduziert.

Zu den Versuchen über die heliotropische Empfindlichkeit: Meine diesbezüglichen Versuche, welche in

---

[1] Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzen-physiologischem Gebiete. Diese Sitzungsberichte Bd. 102 (Juni 1893). Abt. I. Separatabdruck, p. 8 ff.

[2] Direkt wurde nur die sogenannte chemische Intensität gemessen. Angenähert konnte aus den Verhältnissen der Lichtintensitäten verschiedener Orte zu gleicher Zeit auch auf die Intensität überhaupt geschlossen werden.

einer der Dunkelkammern des Institutes angestellt wurden, schließen sich in bezug auf die Untersuchungsmethode an diejenige Wiesner's und Figdor's an.

Wie Figdor[1] benützte auch ich für meine Versuche einen mit Leuchtgas gespeisten Mikrobrenner. Er stand mit einem Gasregulator in Verbindung, so daß das Gas, welches dem Brenner zufloß, unter konstantem Drucke brannte und somit die Flamme eine konstante Leuchtkraft besaß. Die Lichtintensität bestimmte ich mit einer Normalkerze und dem Bunsen'schen Photometer. Sie betrug bei einer Entfernung von 100 *cm* von der Flamme 0·0255 Normalkerzen. Diese Flamme nenne ich im folgenden der Kürze wegen Normalflamme.[2]

Zum Aufstellen der Gartentöpfe in der Dunkelkammer stand mir ein Raum von 9 *m* Länge zur Verfügung. Demnach hatte ich, von je 50 zu 50 *cm* berechnet, folgende Intensitäten:

Bei einer Entfernung von der Flamme von	betrug die Intensität des Lichtes:	
50 *cm*	0·1019	
100	0·0255	
150	0·0113	
200	0·0064	
250	0·0041	
300	0·0028	
350	0·0021	
400	0·0016	
450	0·0013	Normalkerzen
500	0·0010	
550	0·0008	
600	0·0007	
650	0·0006	
700	0·0005	
750	$0{\cdot}0004_5$	
800	0·0004	
850	$0{\cdot}0003_5$	
900	$0{\cdot}0003_1$	

[1] Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen. Diese Sitzungsberichte, Bd. 102, Abt. I (Februar 1893), Separatabdruck, p. 31.

[2] Doch darf nicht übersehen werden, daß das Gaslicht sehr arm an chemischen Strahlen ist; und da aus dem Grade der Helligkeit nicht so ohne

Da sich mannigfache Differenzen der einzelnen Versuchsreihen ergaben, welche Erscheinung wohl in der Individualität der verwendeten Versuchspflanzen ihren Grund hat, so mußte ich auch bei der Angabe der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit immer den aus mehreren Versuchsreihen sich ergebenden Durchschnittswert nehmen.

Bei den einzelnen Spezies der untersuchten Pflanzen war die Dauer der Einwirkung des Lichtes zur Erzielung desselben Effektes infolge der Verschiedenartigkeit der Wachstumsverhältnisse notwendigerweise verschieden. Immer hatte ich die Keimlinge solange vor der Flamme stehen gelassen, bis ein deutlicher Zuwachs erkennbar war.

Bei der Aufstellung der Keimlinge wurde stets darauf gesehen, daß Flamme und Keimling gleich hoch standen. Der gegenseitigen Beschattung wurde durch Verschieben in der Kugelfläche vorgebeugt.

Zur Konstatierung des eingetretenen Effektes näherte ich mich mit den Keimlingen ebenso weit meiner Normalflamme, daß ich ohne Zweifel den eingetretenen Effekt festzuhalten in

---

weiteres auch auf die Intensität des sogenannten chemischen Lichtes geschlossen werden darf (siehe Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Diese Sitzungsberichte, Bd. 102, Abt. I, Separatabdruck p. 22), so gewährt die Angabe der Lichtintensitäten in Normalkerzen kein besonders gutes Maß, um so weniger, als auch noch die Zusammensetzung des Gases verschiedener Herkunft an chemisch wirksamen Strahlen sehr verschieden sein kann. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß man bei Wiederholung meiner Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit zu abweichenden Resultaten gelangen kann, wenn man die unteren Grenzwerte in Normalkerzen ausdrückt. Zweckmäßiger wäre es deshalb gewesen, die Ergebnisse in Bunsen-Roscoe'schen Einheiten auszudrücken, wie dies Wiesner für *Vicia sativa*, welche bekanntlich außerordentlich lichtempfindlich ist, durchgeführt hat (siehe Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Diese Sitzungsberichte, Bd. 102, Abt. I, Separatabdruck, p. 57 f.). Doch konnte ich an eine solche Art von Lichtintensitätsbestimmung nicht denken, da bei dem außerordentlich geringen Gehalt des Gaslichtes an chemisch wirksamen Strahlen das lichtempfindliche Papier wochenlang der Einwirkung des Gaslichtes hätte ausgesetzt werden müssen, meine Keimlinge aber indes für den Versuch ganz unbrauchbar geworden wären und oft Monate verstrichen, bevor ich wieder entsprechendes Versuchsmaterial zur Verfügung hatte.

der Lage war.[1] Bei der Zurückstellung der Versuchsobjekte an ihren früheren Platz wurde auf das genaueste darauf gesehen, daß die Keimlinge wieder dieselbe Stellung der Flamme gegenüber einnahmen wie vor der Kontrolle, was dadurch erreicht werden konnte, daß jedes Gartentöpfchen an der Frontseite deutlich markiert war. Damit aber jede Täuschung ausgeschlossen war, kontrollierte ich sofort nach Unterbrechung des Versuches den eingetretenen Effekt bei entsprechender Helligkeit noch ein zweites Mal, und zwar gleich in der Dunkelkammer noch bei der ursprünglichen Aufstellung.

Da es in den meisten Fällen notwendig war, den Versuch durch mehrere Tage fortzusetzen, so führe ich bei den einzelnen Versuchsreihen auch immer die Dauer der Einwirkung des Lichtes, ferner die äußersten Schwankungen der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit sowohl bei den Versuchen in der Dunkelkammer als auch bei denen im Experimentierraum und Warmhaus an. Für diesen Zweck wurden zu den verschiedensten Tageszeiten die entsprechenden Beobachtungen notiert.

Dritter Abschnitt.

Experimentelle Untersuchungen.

I. Kapitel.

Heliotropismus in diffusem Lichte.

Wiesner spricht in seiner Abhandlung »Der Lichtwuchs der Holzgewächse« folgenden Satz aus: »Es gibt wohl keinen Laub- oder Nadelbaum, der nicht in einem gewissen Grade heliotropisch wäre. In Jugendzuständen, als Keimlinge, sind alle Holzgewächse sehr deutlich heliotropisch.« Die Aufgabe dieses Kapitels ist es zunächst zu zeigen, wie sich denn etiolierte Keimlinge von Bäumen und Sträuchern einseitiger Beleuchtung gegenüber verhalten. Vor allem aber handelt es

[1] Diese kurz andauernde, verhältnismäßig starke Beleuchtung war bei meinen Versuchspflanzen wegen ihrer ungewöhnlich großen Reaktionszeit ganz unbedenklich.

sich darum, die Art und Weise des Verlaufes der heliotropischen Effekte an den Keimstengeln von Holzgewächsen hervorzuheben.

Ein Organ, das genügend heliotropisch empfindlich ist, krümmt sich solange, bis es in die Richtung des einfallenden Lichtes gekommen ist oder wird bei geringerer Reaktionsfähigkeit doch diese Tendenz kundgeben.[1] Je nach der Pflanzenart ist der resultierende Krümmungswinkel verschieden groß. Hatte ich es bei meinen Versuchen im Experimentierraum auch nicht mit einem Lichte von konstanter Intensität zu tun, so sind meine Angaben über die endgültige Abweichung des Stengels von der Vertikalen doch nicht ganz bedeutungslos. Weicht nämlich die heliotropisch gekrümmte Pflanze nur um einen kleinen Winkel von der Lotlinie ab, so überwiegt der Geotropismus, und umgekehrt, ist die Pflanze natürlich stärker heliotropisch als geotropisch zu nennen, wenn sie nur wenig oder gar nicht aus der horizontalen Lichteinfallsrichtung herausragt.

Auf die Momente, die ich bei meinen Versuchen besonders hervorzuheben beabsichtige, verweist auch Pfeffer[2] mit besonderem Nachdruck: »Die Einflußnahme der beiden Richtungsimpulse (Heliotropismus und Geotropismus) aufeinander kann sich entweder nur auf den resultierenden Krümmungserfolg oder auf den zeitlichen Verlauf der Reaktion oder auf beide erstrecken.« Meine Aufgabe wird es daher auch sein, bei jedem einzelnen Versuch auch genau die Zeitdauer anzugeben, die erforderlich war, um den ersten heliotropischen Effekt konstatieren zu können. In den meisten Fällen wird es mir auch möglich sein, die Expositionsdauer anzuführen, nach deren Verlauf der Schlußeffekt der heliotropischen Krümmung erreicht wurde.

In diesem Kapitel werden nur Keimlinge im etiolierten Zustand, also in einem Stadium intensiven Längenwachstums behandelt.

---

[1] Wiesner, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, 1881, p. 50.

[2] Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II (1881), p. 338.

Meine diesbezüglichen Versuche wurden im Experimentierraum angestellt. Das Wichtigste über die Versuchsanstellung in diesem Raum wurde bereits im zweiten Abschnitt hervorgehoben. Für diese Untersuchungen stand mir ein bedeutendes Versuchsmaterial zu Gebote, welches Vertreter der verschiedensten Familien aufzuweisen hat, welcher Umstand gerade für meine Zwecke von ganz besonderer Bedeutung ist.

Die Kontrolle der einzelnen Versuchsreihen erfolgte von 10 zu 10 Minuten. Einer ausführlicheren Beschreibung will ich nur jene Versuchsreihen unterziehen, bei welchen der Verlauf der heliotropischen Krümmung oder sonst beachtenswerte Erscheinungen besonders markant hervortreten, während ich den Verlauf der heliotropischen Krümmungen bei den anderen Versuchsreihen in Form einer Tabelle zu charakterisieren versuche.

Picea excelsa (Poir.) Lk.

Versuchsanstellung: Möglichst gerade gezogene etiolierte Keimlinge von einer durchschnittlichen Höhe von 2·5 *cm* wurden im Experimentierraum in die oben beschriebenen Dunkelkasten eingeführt. Nach 2 bis 3 Stunden zeigten alle Keimlinge deutlich erkennbare, positiv heliotropische Krümmungen des Hypokotyls. Die Krümmung setzt ziemlich nahe unterhalb der Kotyledonen ein, um späterhin basalwärts vorzuschreiten.[1] Nach 8 Stunden ungefähr hatten alle Keimlinge ihre Endstellung erreicht und waren im Bogen gegen das horizontal einfallende Licht gekrümmt. Die Sekante des Krümmungsbogens bildete mit der Vertikalen einen Winkel von 20 bis 30°.[2]

---

[1] Alle von mir angestellten Untersuchungen mit hypokotylen Stengelgliedern bestätigten diesen von Oltmanns ausgesprochenen Satz. (Vgl. Oltmanns F., Über positiven und negativen Heliotropismus. Flora 1897, p. 8 und Rothert W., Über Heliotropismus; Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7, p. 30 und 77.)

[2] Zur Messung der Neigung dienten Kartonquadranten mit 5° zu 5° aufgetragenen Radien. Erfolgte die Krümmung nur in einem Bogen, so wurde die Sekante des Krümmungsbogens zur Messung benützt.

Die Temperatur im Experimentierraum, die während des Versuches annähernd konstant blieb, betrug 18·6° C. Relative Feuchtigkeit ebendaselbst 53.

Cryptomeria japonica Don.

Versuchsanstellung: Durchschnittliche Höhe der Keimlinge 1·5 *cm*. Erst nach Verlauf von 4 Stunden war an einigen Versuchsobjekten der erste heliotropische Effekt zu bemerken. Andere zeigten erst nach 8 bis 9 Stunden, also kurz vor Einstellung [1] des Versuches kaum merklichen Heliotropismus. Im Dunkeln [2] trat an den Keimlingen, die vor Dunkelstellung eine kaum merkliche heliotropische Krümmung aufwiesen, deutliche Krümmung ein, die aber erst bei Wiederaufnahme des Versuches konstatiert werden konnte. Nach 4 bis 5 Tagen standen die Kotyledonen mit dem obersten Teile des Keimstengels in der Richtung des einfallenden Lichtes. Der Zuwachs an den Keimstengeln innerhalb dieser Zeit betrug 2·3 *mm*.

Temperatur 12 bis 20° C. Relative Feuchtigkeit 45 bis 56.

Quercus Cerris L.

Veruchsanstellung: Die etiolierten jungen Keimpflanzen von 10 bis 12 *cm* Höhe ließen erst 5 Stunden nach der Exposition eine merkliche heliotropische Krümmung des obersten Teiles erkennen. Zwei Keimpflanzen, die unmittelbar, nachdem sie aus der Samenschale hervorgebrochen, neben dem Hauptstämmchen noch je einen Seitentrieb, die im Dunkeln auch vollkommen aufrecht wuchsen, entwickelten, wurden ebenfalls einem Versuche unterzogen. Diese Seitentriebe zeigten dasselbe heliotropische Verhalten wie die Hauptstämmchen. An einem Seitensproß trat sogar $^1/_2$ Stunde früher der erste heliotropische

[1] Konnte der Versuch an demselben Tage nicht mehr zu Ende geführt werden, so war es möglich, das Versuchsmaterial gleich an dem Aufstellungsort durch Verschließen der Spalte des Dunkelkastens dunkel zu stellen.

[2] Vgl. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, I. Teil, p. 62 [202]. Wiesner konnte bei etiolierten Trieben von *Salix alba* und dem epikotylen Stengelglied von *Viscum album* keine Spur einer heliotropischen Nachwirkung nachweisen und kommt zu dem Resultat: »daß nur Organe, bei welchen der Heliotropismus sich rasch vollzieht, eine Nachwirkung des Lichtes erkennen lassen, nicht aber solche Organe, welche sich dem Lichte gegenüber träge verhalten oder nur schwachen Heliotropismus zeigen.«

Effekt ein als an dem Hauptstämmchen desselben Pflänzchens. 8 Tage nach Beginn der Versuchsanstellung bildete das vollkommen gerade gestrecke oberste Drittel des jungen Keimpflänzchens mit der Vertikalen einen Winkel von 60°.

Temperatur 18 bis 23° C. Relative Feuchtigkeit 40 bis 56.

Juglans regia [1] L.

Versuchsanstellung: Junge, im Dunkeln gezogene Keimpflanzen von 10 bis 12 *cm* Höhe zeigten nach 3 Stunden, einige bereits nach Ablauf einer Stunde erkennbaren Heliotropismus des obersten Teiles. Nach 4 bis 5 Tagen hatte der Oberteil des Stengels mit den jungen Laubblättern die Richtung des horizontal einfallenden Lichtes erreicht. Nach weiteren 4 bis 5 Tagen, nachdem sich der Oberteil wieder bis zu einem Winkel von 30 bis 35° mit der Vertikalen gehoben und gleichzeitig vollkommen gerade gestreckt hatte, wuchs er unter diesem Winkel gegen das einfallende Licht hin. Der Zuwachs innerhalb der Versuchsdauer betrug 5 bis 6 *cm*.

Wie Oltmanns [2] fand also auch ich, daß anfänglich die Krümmungen scharf sind, um später wieder schwächer zu werden. Nach einiger Zeit beginnt erneute Krümmung, der wieder eine Aufrichtung folgt und so kann sich das Spiel mehrfach wiederholen. Mit der Zeit werden die Bewegungen schwächer, schließlich werden sie nicht mehr bemerkt und der Sproß erweist sich nun in seinem gesamten oberen Teile gerade, nur weiter unten, unzweifelhaft an der Grenze der wachstumsfähigen Zone, findet man eine mehr oder weniger starke Krümmung, die den geraden Oberteil in eine gegen das Licht mehr oder weniger geneigte Lage bringt.

Auch bei dieser Versuchsreihe konnte an einigen Objekten heliotropische Nachwirkung beobachtet werden. Pflänzchen, die bei Einstellung des Versuches nur eine sehr schwache oder auch noch gar keine heliotropische Krümmung erkennen

[1] Die Versuche mit *Juglans nigra* ergaben ein ähnliches Resultat wie die mit *J. regia*.

[2] Oltmanns F., Über positiven und negativen Heliotropismus. Flora (1897), p. 8 und Rothert W., Über Heliotropismus; Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7 (1894), p. 30.

ließen, wiesen bei Wiederaufnahme des Versuches am nächsten Morgen eine sehr deutliche heliotropische Krümmung im Sinne des einfallenden Lichtes auf.

Temperatur 14 bis 23° C. Relative Feuchtigkeit 31 bis 54.

Aesculus Hippocastanum L.

Die Versuchsobjekte dieser Reihe schienen mir in besonderer Weise geeignet, an denselben den Verlauf der heliotropischen Krümmung näher zu verfolgen, den ich im folgenden kurz zu charakterisieren versuche.

Versuchsanstellung: Im Dunkeln vollkommen gerade gezogene Pflänzchen von 10 bis 15 *cm* Höhe zeigten bereits nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden deutlichen Heliotropismus. Die Krümmung begann nicht in dem jüngsten Teile, der Spitze, der jungen Keimpflanzen, sondern in einer etwas tiefer liegenden, schon stärker in die Länge wachsenden Zone. Die Krümmung selbst schritt von der Stelle, wo sie einsetzte, basalwärts bis zu einer bestimmten Region, wo sie ihr Maximum erreichte, vor, um sodann wieder kontinuierlich abzunehmen und schließlich an einer Stelle, die entweder gar nicht mehr in die Länge wuchs oder ein kaum konstatierbares Längenwachstum aufzuweisen hatte, vollkommen zu erlöschen. Die Krümmung rückt also allmählich solange nach abwärts, bis sie die Basis der wachsenden Region erreicht hat. Im großen ganzen läuft sonach die heliotropische Krümmung dem Wachstumsvermögen parallel. Doch fällt die Zone der stärksten Wachstumsfähigkeit mit der größten heliotropischen Empfindlichkeit nicht zusammen.[1] Die Spitze streckt sich während des Fortschreitens der Krümmung basalwärts inzwischen wieder nach und nach gerade. Die Geradestreckung des Oberteiles schreitet fort, eine Zone nach der andern ergreifend; die Krümmung wird auf eine immer kürzer werdende Basalregion beschränkt. Zuletzt finden wir nur mehr eine ganz kurze Basalregion der wachstumsfähigen Zone sehr scharf gekrümmt, während der ganze übrige Teil vollkommen gerade nach der Lichtquelle hin gestreckt ist.[2]

[1] Wiesner, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen (1881), p. 45.

[2] Vgl. Rothert, Über Heliotropismus; Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7 (1894), p. 30.

Nach 6 bis 8 Tagen hatten sich die Oberteile aller Versuchsobjekte geradlinig fast direkt in die Richtung des horizontal einfallenden Lichtes gestellt. Der Winkel, den die gerade gestreckten Oberteile mit der Vertikalen bildeten, betrug 70 bis 80°.

Auch an den Versuchsobjekten dieser Reihe konnte ich heliotropische Nachwirkung konstatieren. Versuchsobjekte, die nach zweistündiger Exposition noch keine Spur von Heliotropismus aufwiesen, wurden dunkelgestellt. Die Zeit jedoch, nach der bereits die heliotropische Nachwirkung sichtbar war, konnte auch hier nicht beobachtet werden. Während der Dunkelstellung nachtsüber war eine deutliche, positiv heliotropische Krümmung im Sinne der vorausgegangenen Beleuchtung eingetreten.

Temperatur 12 bis 22° C. Relative Feuchtigkeit 40 bis 52.

Acer Pseudoplatanus L.

Versuchsanstellung: Die durchschnittliche Höhe der Keimlinge betrug 4 *cm*. Die hypokotylen Stengelglieder erwiesen sich bereits nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden deutlich heliotropisch. An einigen Versuchsobjekten trat bereits 45 Minuten nach der Exposition merkliche Krümmung ein. 4 Tage nach der Exposition hatten die oberen Stengelglieder mit den Kotyledonen bereits die Richtung des einfallenden Lichtes erreicht. Nach Verlauf von abermals 4 Tagen erreichten so ziemlich alle Hypokotyle ihre schließliche Endstellung. Die Sekante des Krümmungsbogens schloß mit der Vertikalen einen Winkel von 30 bis 60° ein. In einigen Fällen betrug sogar die definitive Neigung des Oberteiles 70°.

Die Endstellung (definitive Neigung) kann, wie aus dieser Versuchsreihe besonders deutlich zu ersehen ist, bei gleichen äußeren Bedingungen, individuell erheblich variieren. Auch die Zeit, in welcher die maximale Neigung erreicht wird, hängt sowohl von den äußeren Bedingungen als auch von den individuellen Eigenschaften des Keimlings ab.[1]

[1] Vgl. Rothert, Über Heliotropismus; Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7 (1894), p. 30.

Tabelle I.

Die heliotropischen Krümmungseffekte an etiolierten Keimlingen von Holzgewächsen in diffusem Lichte.

	Höhe der Keimlinge in Zentimetern	Temperatur in Grad Celsius während der Versuche	Relative Feuchtigk. während der Versuche	Eintritt des ersten heliotropischen Effektes nach Stunden	Endstellung: erreicht nach:	Endstellung: Abweichung von der Vertikalen	Anmerkung:
1. Bäume:							
Picea excelsa (Poir.) Lk.	2·5	18·6	53	2—3	8 Stunden	20—30° *	
Pinus silvestris L.	2—2·5	16—18	54	2			
Pinus Cembra [1] L.	3—4·5	15—23	40—46	4—5	48 » [2]	20—25 *	
Larix europaea D. C.	2	21	54	1		70—80 *	
Pseudotsuga Douglasii Carr.	2·5	22	46	2—2½	9 »		
Pinus Banksiana Lamb.	1·5—2	21	54	2—2½			
Cryptomeria japonica Donn.	1·5	12—20	45—56	4 [3]	4—5 Tagen	80—90	Heliotr. Nachwirkung. † Zuwachs von 2 bis 3 *mm*.
Pinus densiflora Sieb. et Zucc.	2·5—3	13—23	31—50	1—2	5 »	5—10	Zuwachs nach 5 Tagen 12 bis 20 *mm*.
Pinus strobus L.	1·5	13—22	40—54	3½—4		35 *	Tägl. Zuwachs von zirka 1·5 *mm*.
Fagus silvatica [1] L.	4—5	23	46	1—1½			
Quercus Cerris L.	10—12	18—23	40—56	5	8 »	60	

Juglans regia [4] L.	10—12	14—23	31—54	3	8 »	30—35	Heliotropische Nachwirkung.
Aesculus Hippocastanum L.	10—15	12—22	40—52	1—2	6—8 »	70—80	Heliotropische Nachwirkung.
Acer Pseudoplatanus [5] L.	4	13—22	44—58	1—$1^1/_2$	8 »	30—60 *	
Robinia Pseudoacacia L.	3	14—22	50—65	$^1/_2$	2—3 »	80—90	Zuwachs während des Versuches 10 bis 12 *mm*.
Fraxinus excelsior [1] L.	3—4	20	56	3—$3^1/_2$			
Ulmus campestris [1] L.	3—4	21	54	1			
2. Sträucher:							
Corylus Avellana [1] L.	6—10	18—23	44—60	$2^1/_2$—3	7 Stunden	80—90 [6]	
Clematis Vitalba L.	2—3	13—23	35—63	1 [7]	4 Tagen	60 *	Heliotropische Nachwirkung.
Berberis vulgaris L.	2·5—3	23	44	$1^1/_2$—2			
Hibiscus Syriacus L.	2	10—23	34—56	2—3	10 »	30—50	Zuwachs während des Versuches 10 *mm*.
Ptelea trifoliata [1] L.	1·5—2·5	12—24	34—53	3	15 »	35—45 *	
Spiraea opulifolia L.	2	12—22	42—60	2—$2^1/_2$	8—10 »	80—90	
Cytisus Laburnum L.	2·5—4	25	40	1—2	6—8 Stunden	80—90	Täglicher Zuwachs 5 bis 8 *mm*.
Cytisus biflorus Koch	2—3	25	40	1—2	6—8 »	70—75	
Indigofera tinctoria L.	2·5—3	18	63	2—3			
Ligustrum vulgare L.	2·5—3	12—22	36—62	$1^1/_2$—2	10—12 Tagen	30—50	Heliotropische Nachwirkung.
Jasminum Wallichianum Lindl.	2·5—3·5	13—24	34—54	2—$2^1/_2$	10 »	40—50	
Symphoricarpus racemosus [1] Michz.	5	18	63	$^1/_2$—1			

* Das Sternchen soll andeuten, daß in den betreffenden Fällen der Winkel angegeben ist, den die Sekante des Krümmungsbogens mit der Vertikalen bildet.

† Vgl. p. 1306 *Cryptomeria japonica*, p. 1307 *Juglans regia*, p. 1308 *Aesculus Hyppocastanum*.

Bemerkungen:

[1] Wegen Unzulänglichkeit des Versuchsmaterials konnte nur eine Versuchsreihe mit 4 bis 6 für den Versuch vollkommen geeigneten Keimlingen durchgeführt werden.

[2] Bei der Anzahl der Stunden, die mehr als zehn beträgt, sind immer auch die Nachtstunden eingerechnet.

[3] Siehe oben p. 1306.

[4] Die Versuche mit *Juglans niger* ergaben ein ähnliches Resultat wie die mit *J. regia*.

[5] Siehe oben p. 1309.

[6] Ein Pflänzchen entwickelte in ähnlicher Weise, wie ich dies bei *Quercus Cerris* hervorgehoben, gleich am Grunde des Hauptstämmchens einen Seitensproß, der sich im Dunkeln neben dem Hauptsprosse vollkommen aufrecht entwickelte. Während der erste heliotropische Effekt an Haupt- und Seitensproß fast zu gleicher Zeit eintrat, hatte sich der Seitensproß bereits nach 7 Stunden fast vollkommen horizontal in die Richtung des einfallenden Lichtes gestellt, nach welcher Zeit der Hauptsproß erst schwachen Heliotropismus aufwies.

[7] Einige Versuchsobjekte zeigten erst nach 3, andere sogar erst nach 5 Stunden merklichen Heliotropismus. Bei wieder anderen Versuchsobjekten kam erst im Dunkeln die heliotropische Krümmung als Nachwirkung der vorausgegangenen Induktion zum Vorschein. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl auch hier in der Individualität der Keimstengel zu suchen.

Resultat: Alle meine oben angeführten Versuchsanstellungen mit den verschiedensten Vertretern aus den einzelnen Pflanzenfamilien stehen im Einklang mit dem von Wiesner zuerst ausgesprochenen Satz, »daß es keinen Laub- oder Nadelbaum gibt, der nicht in einem gewissen Grade heliotropisch wäre. In Jugendzuständen, als Keimlinge, sind alle Holzgewächse sehr deutlich heliotropisch.«

Auch das Einsetzen und der weitere Verlauf der heliotropischen Effekte an den Holzgewächsen ist nicht anders, als dies von den verschiedensten Forschern zuerst an krautigen Gewächsen, später auch an Pilzen und thallösen Pflanzen genau studiert und beschrieben wurde.

Ferner geht aus den verschiedensten von mir angestellten Versuchen zur Genüge hervor, daß auch bei den Holzgewächsen im Keimungsstadium eine heliotropische Nachwirkung besteht, wie sie zuerst von Wiesner[1] eingehender studiert wurde.

[1] Die heliotropischen Erscheinungen, I. Teil, p. 61 ff. [201 ff.].

II. Kapitel.

Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit von Holzgewächsen.

Meine in diesem Kapitel mitgeteilten Versuche über die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit[1] beziehen sich durchwegs auf etiolierte Keimlinge von Holzgewächsen. Meine diesbezüglichen Versuche mit Keimlingen, die im Lichte gezogen wurden, werden in einem späteren Kapitel zu behandeln sein.

Auch in diesem Kapitel will ich wieder nur einige Versuchsreihen genauer ausführen, um kurz die Art und Weise dieser Versuchsanstellungen zu charakterisieren. Die Versuchsreihe mit *Pinus densiflora* habe ich einer genaueren Besprechung unterzogen, um eine Erscheinung hervorzuheben, die ich auch an Versuchsobjekten anderer Reihen beobachtete, die aber nirgends so deutlich hervortrat wie eben an den Versuchsobjekten der genannten Reihe. Die Versuchsanstellungen bei den anderen Reihen gedenke ich auch in diesem Kapitel wieder in Form einer Tabelle zu beschreiben.

Picea excelsa.

Versuchsanstellung: Vollkommen etiolierte, möglichst gerade gezogene Keimlinge von 2·5 bis 3 *cm* Höhe, die noch bei einer Entfernung von 4 *m* von der Lichtquelle nach 48 Stunden sehr schwache heliotropische Krümmungen des Hypokotyls erkennen ließen, zeigten bei einer Entfernung von 4·5 *m* selbst 5 Tage nach der Exposition, trotzdem die Keimlinge im Wachstum begriffen waren, keine Spur einer heliotropischen Neigung. Nur die Kotyledonen, die noch an ihren Spitzen die Samenschalen trugen, waren sehr schwach dem Lichte zugeneigt. Temperatur während des Versuches 13 bis 18·8° C. Relative Feuchtigkeit 80 bis 90.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt zwischen den Intensitäten 0·0016 und 0·0013 Normalkerzen.

[1] Bezüglich der Anwendung des Begriffes, »Empfindlichkeit«, welcher hier nur im biologischen Sinne genommen werden soll, vgl. das auf p. 1297 Gesagte.

Pinus densiflora.

Versuchsanstellung: Die Keimlinge von 1·5 bis 2 *cm* Höhe zeigten nach 24 Stunden bei 3·5 *m* Entfernung von der Normalflamme noch schwachen Heliotropismus. Bei einer Entfernung von 4 *m* war in den seltensten Fällen noch Heliotropismus zu konstatieren.

Bei dieser Versuchsreihe trat mir eine merkwürdige Erscheinung entgegen, die ich auch an anderen Versuchsobjekten, besonders häufig aber an Coniferen in der Nähe der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit beobachtete, in keinem Falle aber so genau wie eben hier verfolgen konnte. 24 bis 48 Stunden nach der Exposition beobachtete ich nämlich hie und da bei einer Entfernung von 4 *m* von meiner Normalflamme noch schwache heliotropische Krümmung unterhalb der Kotyledonen. 2 bis 3 Tage nach dieser Beobachtung hatten sich aber die Keimlinge wieder vollkommen aufgerichtet und wuchsen von nun an, ohne auch nur eine Spur von Heliotropismus erkennen zu lassen, vollkommen aufrecht weiter. Nach Wiesner[1] läßt sich diese Erscheinung folgendermaßen erklären. Steht ein Sproß vollkommen vertikal, so übt die Schwere auf sein Wachstum keinen einseitigen Einfluß aus; wird er nun in dieser Lage einseitig beleuchtet, so wird in ihm Heliotropismus induziert. Ist nun diese Lichtintensität hinreichend zur Hervorbringung eines heliotropischen Effektes, so wird sich auch die heliotropische Krümmung einstellen. Da in diesem Falle aber auch eine geotropische Induktion besteht, so wird sich ein vertikal wachsender Sproß wieder aufzurichten suchen, was nun sehr leicht möglich ist, da die Lichtintensität an dieser Stelle sehr gering ist, während der Geotropismus die Oberhand hat.

Temperatur 15 bis 18° C. Relative Feuchtigkeit 80 bis 90.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt bei einer Intensität = 0·0016 Normalkerzen.

---

[1] Das Bewegungsvermögen der Pflanzen (1881), p. 95 f.

Aesculus Hippocastanum.

Versuchsanstellung: Keimlinge von 6 bis 8 *cm* Höhe wiesen 48 Stunden nach der Exposition bei einer Entfernung von 2·5 *m* von der Lichtquelle merklichen Heliotropismus auf. 4 Tage nach der Exposition war die Krümmung eine sehr deutliche zu nennen.

Temperatur 14 bis 21° C. Relative Feuchtigkeit 68 bis 90.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit konnte wegen Unzulänglichkeit des Versuchsmaterials nicht erreicht werden, liegt jedenfalls bei einer Intensität, die bedeutend kleiner ist als 0·0041 Normalkerzen.

Tabelle II.

Über die heliotropische Empfindlichkeit von Holzgewächsen.

A.

Die untere Grenze der heliotr. Empfindlichkeit wurde erreicht bei	Höhe der Keimstengel	Temperatur (während der Versuchsanstellung)	Relative Feuchtigkeit (während der Versuchsanstellung)	Noch »schwache« heliotr. Krümmung bei einer Entfernung von der Lichtquelle von	Noch »schwache« heliotr. Krümmung nach	»Keine« heliotr. Krümmung mehr bei einer Entfernung von [1]	Resultate: Die untere Grenze der heliotr. Empfindlichkeit liegt zwischen den Intensitäten
Quercus Cerris	6—7 *cm*	15—21° C.	75—90	2 *m*	2—3 Tagen	3 *m*	0·0064 und 0·0028 Normalkerzen
Hibiscus Syriacus	2—2·5	15—21	72—90	2·5	1—2 »	3	0·0041 » 0·0028 Normalkerzen
Pinus densiflora [2]	1·5—2	15—18	80—90	3·5	1 Tag	4	bei einer Intensität = 0·0016 Normalkerzen

Die untere Grenze der heliotr. Empfindlichkeit wurde erreicht bei	Höhe der Keimstengel	Temperatur während der Versuchsanstellung	Relative Feuchtigkeit während der Versuchsanstellung	Noch »schwache« heliotr. Krümmung bei einer Entfernung von der Lichtquelle von	Noch »schwache« heliotr. Krümmung nach	»Keine« heliotr. Krümmung mehr bei einer Entfernung von [1]	Resultate: Die untere Grenze der heliotr. Empfindlichkeit liegt zwischen den Intensitäten	
Picea excelsa	2·5—3 *cm*	13—18·8° C.	80—90	4 *m*	2 Tagen	4·5 *m*	0·0016 und 0·0012	Normalkerzen
Pinus silvestris	2	15—23	65—88	5	1—2 »	6	0·0010 » 0·0007	
Pinus strobus	2·5—3	15—18	80—93	5	1—1½ »	6	0·0010 » 0·0007	
Pseudotsuga Douglasii	3—4	14—19	63—79	5	1—1½ »	6	0·0010 » 0·0007	
Juglans regia	4·5—6	12—21	68—82	5	1—2 »	6	0·0010 » 0·0007	
Juglans nigra [3]	5—7	—	—	5	1—2 »	6		
Indigofera tinctoria	1·5—2	16—22	63—88	5·5	1—2 »	6	0·0008 » 0·0007	
Pinus Banksiana [4]	1·5—2	14—18·8	80—90	5·5	1—2 »	6	bei einer Intensität = 0·0007	
Larix europaea	2·5—3	14—17	75—90	6	2 »	7	0·0007 und 0·0005	
Ligustrum vulgare	2	13—18	80—90	6	2—3 »	7	0·0007 » 0·0005	
Cytisus biflorus	2—2·5	14—17·5	75—93	6	1 Tag	7	0·0007 » 0·0005	

Die untere Grenze der heliotr. Empfindlichkeit konnte nicht erreicht werden bei	Höhe der Keimstengel	Tempertatur während der Versuchsanstellung	Relative Feuchtigkeit während der Versuchsanstellung	Heliotropische Krümmung noch »sehr deutlich« bei einer Entfernung von	Heliotropische Krümmung nach	Heliotropische Krümmung noch »deutlich« bei einer Entfernung von	Resultate: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit konnte nicht erreicht werden, liegt aber bei einer Intensität
Aesculus Hippocastanum	6—8 *cm*	14—21° C.	68—90	2·5 *m*	2 Tagen	—	die »bedeutend geringer« ist als die Intensität = 0·0041 Normalkerz.
Cryptomeria japonica ...	2	14—18	63—78	—	1 Tag	5 *m*	die »kleiner« ist als die Intensität = 0·0010 Normalkerz.
Acer Pseudoplatanus	2·5—3	14—17	75—87	6	1 »	—	die »bedeutend geringer« ist als die Intensität = 0·0007 Normalkerz.
Rosa canina	3	14—17·5	75—93	6	15—20 Stunden	—	die »bedeutend geringer« ist als die Intensität = 0·0007 Normalkerz.
Robinia Pseudoacacia ...	2—2·5	16—19	63—78	7	1 Tag	—	die »bedeutend geringer« ist als die Intensität = 0·0005 Normalkerz.
Jasminum Wallichianum	1·5—2	14—18	75—93	—	1—2 Tagen	9	die »kleiner« ist als die Intensität = 0·00031 Normalkerz.

Bemerkungen:

[1] Die Keimlinge wurden 4 bis 10 Tage, oft sogar auch noch länger der Einwirkung meiner Normalflamme ausgesetzt.

[2] Bei einer Entfernung von 4 *m* von der Lichtquelle war nur selten bleibende heliotropische Krümmung zu konstatieren. Vgl. oben p. 1314.

[3] Vgl. oben p. 1307, Anmerkung 1.

[4] Bei einer Entfernung von 6 *m* von der Lichtquelle war noch hie und da schwacher Heliotropismus zu bemerken.

[5] Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit konnte in den hier angeführten Fällen zumeist wegen Unzulänglichkeit des Versuchsmaterials nicht erreicht werden.

Resultat: Wie aus Tabelle II (*A* und *B*) zu ersehen ist, ist auch das Vermögen der Holzgewächse, auf den Einfluß des Lichtes zu reagieren, sehr verschieden. Vergleicht man meine Resultate über die heliotropische Empfindlichkeit der Holzgewächse mit denen Figdors über die von krautigen Gewächsen, so kommt man zu dem Schlusse, daß auch die Holzgewächse in derselben Weise wie die krautigen Gewächse im Keimungsstadium als heliotropisch sehr empfindlich zu bezeichnen sind. Im Keimungsstadium ist somit im allgemeinen kein Unterschied in der heliotropischen Empfindlichkeit zwischen krautigen Gewächsen und Holzgewächsen; hingegen besitzen diese vielfach eine verhältnismäßig lange Reaktionszeit. Diese Erscheinung hat wohl ihren Grund darin, daß die jungen Pflänzchen infolge der natürlichen Aussaat in ihren ersten Entwicklungsstadien oft gezwungen werden, die für ihre Entwicklung günstigen Lichtverhältnisse aufzusuchen, um sich normal weiter entwicken zu können.

Wie Wiesner durch seine Intensitätsbestimmungen gezeigt hat,[1] beträgt die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit der Keimstengel für *Vicia sativa* (die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt zwischen den Lichtintensitäten 0·0025574 und 0·0013048 Normalkerzen [2])

[1] Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Diese Sitzungsberichte, Bd. 102, Abt. I (Juni 1893), Separatabdruck, p. 57 f.

[2] Figdor, Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen. Diese Sitzungsberichte, Bd. 102, Abt. I (Februar 1893).

0·000000116 der Bunsen-Roscoe'schen Einheit. Derselbe Intensitätswert in der Bunsen-Roscoe'schen Einheit entspricht annähernd, wie aus Tabelle II hervorgeht, der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit für *Pinus densiflora* (die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt bei einer Intensität = 0·0016 Normalkerzen).

Durch diesen Wert kann die außerordentliche Empfindlichkeit der Keimstengel der Holzgewächse dem Lichte gegenüber besonders anschaulich gemacht werden.

Wie Figdor durch seine genannten Untersuchungen an krautigen Gewächsen gezeigt hat, finden sich schon im Keimungsstadium nicht unbedeutende Differenzen bezüglich der heliotropischen Empfindlichkeit bei Sonnen- und Schattenpflanzen; der Genannte gelangt zu dem Resultate, daß Sonnenpflanzen schon als Keimlinge auf das einwirkende Licht schwächer reagieren als Keimlinge typischer Schattenpflanzen.

Wie nun aus meinen Untersuchungen über die heliotropische Empfindlichkeit (Tabelle II) und aus den Beobachtungen über den Heliotropismus von Holzgewächsen in diffusem Lichte (Tabelle I) zu entnehmen ist, sind die Sträucher und die Holzgewächse, die auch in Strauchform vorkommen können (wie z. B. *Robinia Pseudoacacia*, *Cytisus Laburnum* etc.), im allgemeinen schon im Keimungsstadium heliotropisch empfindlicher als die Bäume. Doch gibt es auch Ausnahmen. So ist *Hibiscus Syriacus* (Zierstrauch), ein sehr lichtbedürftiges Holzgewächs (typische Sonnenpflanze), bei weitem heliotropisch nicht so empfindlich wie z. B. *Aesculus Hippocastanum* oder *Acer Pseudoplatanus*, die als Laubhölzer von geringem Lichtbedürfnis,[1] einen bedeutend höheren Grad von heliotropischer Empfindlichkeit aufweisen.

Wiesner[2] hat für eine Anzahl von Pflanzen in den verschiedensten Gegenden ihres Verbreitungsgebietes die Größe

[1] Siehe unten p. 1320 und Hempel und Wilhelm, Die Sträucher und Bäume des Waldes (1889), Bd. III, p. 36 und 39.

[2] Wiesner, Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Kairo und Buitenzorg. Diese Sitzungsberichte, Bd. 104 (1895), p. 656 f. (im folgenden kurz »Lichtgenuß« zitiert).

der Lichtintensität festgestellt, bei der sie gedeihen. Von größter Wichtigkeit aber ist die Kenntnis des jeweiligen Minimums des diffusen, innerhalb der Baumkrone herrschenden Lichtes L (min.). Denn gerade dieses Lichtintensitätsverhältnis ist für das betreffende Holzgewächs charakteristisch. Denn jedes auf geringe Lichtstärke gestimmte Holzgewächs kann im Schatten, also auch im Waldesschatten fortkommen, wenn sein eigenes Lichtminimum kleiner ist als die Intensität des Tagesschattens, in welchem das betreffende Gewächs zu leben genötigt ist. Ich führe nun zunächst eine Zusammenstellung der geringsten mittags (Wien, Mitte Mai bis Mitte Juli) sich einstellenden inneren Lichtintensität einiger Holzgewächse nach Wiesner[1] an, ausgedrückt durch das Verhältnis zur Intensität des gesamten Tageslichtes.

Fagus silvatica (freistehender Baum, Gartenform) ..... $^1/_{85}$
» » (geschlossener Bestand) ..... $^1/_{60}$
Aesculus Hippocastanum (freistehender Baum, Gartenform) $^1/_{83}$
» » (geschlossener Bestand) ..... $^1/_{57}$
Acer platanoides (geschlossener Bestand) ..... $^1/_{55}$
Eiche (geschlossener Bestand) ..... $^1/_{26}$
Föhre (freistehender Baum) ..... $^1/_{11}$
Fraxinus excelsior (freistehender Baum) ..... $^1/_{5\cdot8}$
Larix decidua (freistehender Gartenbaum) ..... $^1/_5$
Corylus Avellana (Strauch zur Blütezeit) ..... $^1/_3$

Vergleicht man nun diese Minima mit meinen Resultaten über die heliotropische Empfindlichkeit, so ist eine gewisse Beziehung zwischen beiden nicht zu verkennen. Die Buche L (min.) $= {}^1/_{60}$, die unter allen heimischen Hölzern das größte Vermögen, Schatten zu ertragen, besitzt[2] und Ahorn L (min.) $= {}^1/_{55}$ sind bedeutend heliotropisch empfindlicher als z. B. die Eiche L (min.) $= {}^1/_{26}$ (eine echte Lichtholzart) oder *Fraxinus excelsior* L (min.) $= {}^1/_{5\cdot8}$ (einer der lichtbedürftigsten Waldbäume). Wenngleich zwar eine konstante Beziehung nicht immer vorhanden ist (vgl. z. B. *Larix*), was auch von vornherein nicht zu er-

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 104 (1895), p. 615.

[2] Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes. Wien, 1899, Bd. I, p. 45.

warten war, so erscheint doch im allgemeinen eine Pflanze heliotropisch umso empfindlicher, je kleiner ihr Lichtgenußminimum ist.

III. Kapitel.

Vergleichende Versuche über den Grad des Heliotropismus bei etiolierten und im Lichte erzogenen Keimstengeln.

Durch Etiolement und Heliotropismus gelangt die Pflanze im allgemeinen in die für sie günstige Lichtintensität. In der Regel nimmt man an, daß jedes wachsende Organ im etiolierten Zustand die größte heliotropische Empfindlichkeit zeigt. Diese Anschauung fußt auf Beobachtungen von De Candolle[1] und H. v. Mohl.[2] Beide Forscher wie auch spätere berufen sich hierbei auf den Vergleich völlig etiolierter und völlig normal entwickelter, wachstumsfähiger Stengel.

Wiesner vertritt in seinen heliotropischen Erscheinungen[3] gleichfalls die Ansicht, daß Keimlinge, bei welchen die Stelle der heliotropischen Beugung mit der Zone des stärksten Wachstums zusammenfällt, im etiolierten Zustand heliotropisch empfindlicher sind als Keimlinge, die völlig normal zur Entwicklung kamen. Allein, wie auch aus den Untersuchungen desselben Forschers,[4] denen zufolge die Stelle der heliotropischen Beugung nicht notwendig mit der Zone des stärksten Wachstums desselben Organs zusammenfallen muß, hervorgeht, lassen dieselben der Annahme Raum, »daß ein wachsender Stengel nicht gerade im Zustand völligen Etiolements die größte heliotropische Empfindlichkeit darbieten müsse, und es ist eine Steigerung der letzteren durch ein bestimmtes Maß allseitiger Beleuchtung, wenigstens für solche Stengel und wohl überhaupt für heliotropisch sehr empfindliche Organe zu erwarten, bei denen die Zone der heliotropischen Krümmung mit der des stärksten Wachstums nicht zusammenfällt«.[5] Wurden nämlich wachstumsfähige, völlig etiolierte

[1] De Candolle, Mém. de la soc. d'Arcueil, 1809, II, p. 104.

[2] H. v. Mohl, Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

[3] II. Teil (1880), p. 7 ff.

[4] Ebendaselbst, p. 6 f.

[5] Ebendaselbst, p. 8.

Organe von großer und mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit (Keimlinge von Rettich, Kresse, Saatwicke, Saubohne und Sonnenblume, ferner von *Soja hispida* und *Cheiranthus Cheiri*) in schwachem, allseitig gleichem Lichte einer Vorbeleuchtung unterworfen, so erwies sich die »Empfindlichkeit« erhöht, insofern die Reaktionszeit abgekürzt wurde.[1]

Nach Oltmanns[2] wird »durch dauernden Aufenthalt im Finstern die Lichtstimmung herabgedrückt; und dieser niedrigen Stimmung entspricht die anfänglich bemerkbare Reaktion.« Durch die Belichtung werde jedoch die Lichtstimmung gesteigert; bei längerer Dauer der Beleuchtung müsse daher die Steigerung der Lichtstimmung eine veränderte Reaktion der Pflanzen gegen die einseitig wirkende Lichtquelle bedingen.

1. Vergleichende Versuche mit vollkommen etiolierten und völlig normal entwickelten Keimlingen in diffusem Lichte.

Die Höhe der etiolierten und im Lichte gezogenen Keimlinge war stets annähernd dieselbe. Auch die Versuche mit den etiolierten und den normalen Keimlingen wurden immer unter völlig gleichen Bedingungen des Heliotropismus vorgenommen.

---

[1] Diese Beobachtung Wiesner's scheint Pringsheim in seiner Untersuchung über »Einfluß der Beleuchtung auf die heliotropische Stimmung« (in Cohn's »Beiträge zur Biologie der Pflanzen«. Bd. 9, p. 264 ff.) ganz entgangen zu sein. Wenn der Verfasser bemerkt, daß Wiesner »seine Pflanzen und sogar Weidenzweige etioliert benutzt«, ohne den Grund anzugeben, so liegt diesbezüglich ein Mißverständnis vor. Wiesner, der in seinen »Heliotropischen Erscheinungen«, die vor nahezu 30 Jahren erschienen, den Standpunkt vertrat, daß der Heliotropismus seinem Wesen nach in einer Beeinflussung des Wachstums durch das Licht besteht, mußte von vornherein annehmen, daß die heliotropische Krümmung sich an etiolierten und daher stärker wachsenden Stammorganen früher dokumentieren müsse, daß diese also heliotropisch »empfindlicher« seien, eine Annahme, die in zahlreichen Versuchen ihre Stütze fand. Da Pringsheim's Abhandlung erst lange nach Abschluß meiner Versuche erschien, konnte ich sie leider für meine Versuche nicht mehr verwerten.

[2] Oltmanns F., Über positiven und negativen Heliotropismus, Flora (1897), p. 12.

Tabelle III.

	Eintritt des ersten heliotropischen Effektes nach Stunden		Verspätung im Eintreten des ersten heliotropischen Effektes an den normalen Keimlingen von
	an etiolierten Keimlingen	an normalen Keimlingen	
Juglans nigra[1]	3	24—48[2]	1—2 Tagen
Hibiscus Syriacus[3]	2—3	7— 8	4—6 Stunden
Indigofera tinctoria	2—3	7— 8	4—6 »
Pinus densiflora	1—2	4— 5	2—4 »
Picea excelsa[4]	2—3	4— 5	1—3 »
Acer Pseudoplatanus[5]	1—1½	2½— 3	1—2 »
Ligustrum vulgare[6]	1½—2	2— 2½	0—1 Stunde
Robinia Pseudoacacia[7]	½	¾— 1	¼—½ »

Bemerkungen:

[1] Höhe der Keimlinge 8—10 *cm*. An den etiolierten Keimlingen betrug der Zuwachs nach 10 Tagen zirka 5 *cm*, an den normalen zirka 2·5 *cm*. Die Endstellung wurde in beiden Fällen fast zur gleichen Zeit (10 Tage nach der Exposition) und fast mit demselben heliotropischen Effekt erreicht. Der Winkel, den die Sekante des Krümmungsbogens mit der Vertikalen einschloß, betrug 30 bis 35°.

[2] In diesem Falle sind auch die Nachtstunden eingerechnet.

[3] Keimlinge, die durch zwei Monate völlig gleichmäßiger Beleuchtung auf dem Rotationsapparate ausgesetzt waren, zeigten nach 10 Stunden, einseitiger Beleuchtung ausgesetzt, noch keine Spur einer heliotropischen Krümmung. Der heliotropische Effekt trat erst als Nachwirkung im Dunkeln ein.

[4] Auch beim weiteren Verlauf der heliotropischen Krümmungen war stets eine bedeutende Verzögerung an den normalen Keimlingen zu konstatieren. Bei der schließlichen Endstellung war in den meisten Fällen der Krümmungsbogen an den normalen Keimlingen um 5 bis 10° kleiner als an den etiolierten. Fast dasselbe Verhalten zeigten auch die Versuche mit *Hibiscus Syriacus*.

[5] Keimlinge, die durch zwei Monate vollkommen gleichmäßiger Beleuchtung auf dem Rotationsapparat ausgesetzt waren, zeigten erst 24 Stunden nach der Exposition sehr schwachen Heliotropismus (vgl. Bemerkung [3]).

[6] Hier wurde in einigen Fällen gleichzeitiges Eintreten des ersten heliotropischen Effektes an etiolierten und normalen Keimlingen beobachtet. Dies jedoch nur selten. In den meisten Fällen krümmten sich die etiolierten Keimpflänzchen früher als die normalen. Der weitere Verlauf der heliotropischen Krümmungen und die schließliche Endstellung sind bei etiolierten und normalen Keimlingen gleich. Nur selten weisen die etiolierten Keimlinge eine um 10 bis 15° stärkere Neigung zum Lichte auf als die normalen.

[7] Drei Stunden nach der Exposition standen fast an allen im Lichte gezogenen Keimlingen die Oberteile des Hypokotyls vollkommen horizontal, also direkt in der Richtung des einfallenden Lichtes, während an den etiolierten Keimlingen die Hypokotyle mit der Vertikalen zu derselben Zeit erst einen Winkel von 15 bis 20° einschlossen und ihre Endstellung erst, wie auch aus Tabelle I zu ersehen ist, nach 2 bis 3 Tagen erreichten.

Resultat: Wie aus den eben angeführten Versuchen zu ersehen ist, sind auch die jungen Keimpflanzen der Holzgewächse im etiolierten Zustand heliotropisch empfindlicher als die im Lichte gezogenen, grünen Keimlinge. Bei den Keimlingen von mittlerer heliotropischer Empfindlichkeit ist die Differenz im Eintreten der ersten heliotropischen Effekte in diffusem Lichte nicht so bedeutend wie bei den heliotropisch weniger empfindlichen Keimstengeln. Auch der weitere Verlauf der heliotropischen Krümmung ist bedeutend langsamer als an den etiolierten. Anders jedoch verhält es sich mit den Keimlingen von großer heliotropischer Empfindlichkeit. Während nämlich an den etiolierten Keimlingen der erste heliotropische Effekt zwar etwas früher als an den normalen eintritt, ist der weitere Verlauf der heliotropischen Krümmung an den etiolierten Keimlingen ein verzögerter. Die normalen Keimlinge erreichen bedeutend früher ihre Endstellung als die etiolierten, wie ich mich auf Grund meiner zahlreichen Untersuchungen mit *Robinia* überzeugte. *Ligustrum* und *Juglans nigcr* halten im weiteren Verlauf der heliotropischen Krümmung die Mitte zwischen den heliotropisch sehr empfindlichen und den heliotropisch weniger empfindlichen Keimstengeln.

Ferner beweisen meine mit älteren Keimstengeln von *Acer* und *Hibiscus* (vgl. Bemerkung 3 und 5) angestellten Versuche, daß mit dem Alter die heliotropische Empfindlichkeit der im Lichte gezogenen Keimstengel bedeutend abnimmt.

2. Versuche über die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit im Lichte gezogener Keimlinge.

Diese Versuche wurden in derselben Weise und unter gleichen Bedingungen wie meine derartigen Versuche mit etio-

lierten Keimlingen in der Dunkelkammer durchgeführt. Auch in diesem Falle will ich die verschiedenen Versuchsanstellungen in Form einer Tabelle wiedergeben und führe bei den Resultaten zum Vergleich die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit von den entsprechenden etiolierten Keimlingen in Klammer an.

Tabelle IV.

Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit wurde erreicht bei	Höhe der Keimstengel	Temperatur in Grad Celsius (während des Versuches)	Relative Feuchtigkeit (während des Versuches)	Noch »schwache« heliotropische Krümmung bei einer Entfernung von der Lichtquelle von	Noch »schwache« heliotropische Krümmung nach	»Keine« heliotr. Krümmung bei einer Entfernung von	Resultate: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt zwischen den Intensitäten
Picea excelsa [1]	1·5—2 *cm*	13 —18·8	80—90	2 *m*	2—3 Tagen	2·5 *m*	0·0064 und 0·0041 (0·0016 » 0·0013)
Pinus silvestris	2—2·5	13 —18·8	80—90	4	1—2 »	4·5	0·0016 » 0·0013 (0·0007 » 0·0005)
Juglans nigra [2]	5—7	13 —19	68—90	2	4—5 »	3	0·0064 » 0·0028 (0·0010 » 0·0007)
Hibiscus Syriacus	1·5—2	15·5—22	63—88	1 [3]	2	—	bei einer Intensität = 0·0255 (0·0041 und 0·0028)
Indigofera tinctoria	1·5—2	14·5—19	63—88	1·5	7—24 Stunden	2	0·0113 » 0·0064 (0·0008 » 0·0007)
Ligustrum vulgare	2	14·5—19	63—88	4	1—2 Tagen	4·5	0·0016 » 0·0013 (0·0007 » 0·0005)

Normalkerzen

Bemerkungen:

[1] Vgl. oben p. 1313.

[2] *Juglans regia* wies bei einer Entfernung von 2 *m* nach viertägiger Exposition nur mehr sehr schwachen Heliotropismus auf. Die untere Grenze liegt sonach bei einer Intensität = 0·0064 Normalkerzen (die untere Grenze für etiolierte Keimlinge zwischen 0·0010 und 0·0007 Normalkerzen).

[3] Auch bei Entfernungen von 2 bis 3 *m* war hie und da noch nach 3 bis 4 Tagen sehr schwacher Heliotropismus zu erkennen. Doch blieb dieser erste heliotropische Effekt bei den Entfernungen von 2 bis 3 *m* nicht erhalten, sondern die Keimlinge hatten sich bereits am darauffolgenden Tage wieder geotropisch aufgerichtet und wuchsen in dieser Richtung weiter, ohne später auch nur eine Spur von Heliotropismus merken zu lassen. Diese Erscheinung wurde auch an vollkommen etiolierten Keimlingen (z. B. an *Cytisus biflorus*, *Ligustrum vulgare* u. a.) an der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit beobachtet. Vgl. *Pinus densiflora* p. 1314 f.

Resultat: Aus den eben angeführten Versuchen, in denen auch die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit für normal gezogene, grüne Keimlinge erreicht wurde, ist zu ersehen, daß auch für im Lichte gezogene Keimlinge die heliotropische Empfindlichkeit noch eine sehr bedeutende ist. Ein Vergleich zwischen der heliotropischen Empfindlichkeit etiolierter und vollkommen normal gezogener Keimstengel lehrt, daß die etiolierten Keimlinge einen bedeutend höheren Grad von heliotropischer Empfindlichkeit aufweisen als die grünen.

3. Vergleichende Versuche mit etiolierten und im Lichte gezogenen Keimlingen unter Ausschluß des Geotropismus.

Auch die Versuche dieses Abschnittes wurden mit Benützung meiner Normalflamme von der bekannten Intensität in der bisher in Verwendung genommenen Dunkelkammer ausgeführt. Der Klinostat wurde 1 *m* von der Lichtquelle entfernt aufgestellt, so daß gleichzeitig mit einem Versuchsmaterial auch von verschieden heliotropischer Empfindlichkeit experimentiert werden konnte. Meine Lichtquelle lag mit den horizontalen Achsen der vertikal rotierenden Scheiben in einer Ebene. An einer der vertikalen Scheiben rotierten die etiolierten, an der anderen die normalen Keimlinge. Die sonstigen Bedingungen für den Heliotropismus waren auch hier wieder dieselben. Die Kontrolle erfolgte von 15 zu 15 Minuten.

Tabelle V.

	Eintritt des ersten heliotropischen Effektes		Verspätung im Eintreten des ersten heliotropischen Effektes an den normalen Keimlingen von
	an etiolierten Keimlingen nach Stunden	an im Lichte gezogenen Keimlingen nach Stunden	
Picea excelsa	1—2	24 [1]	fast 1 Tag
Pinus silvestris.....	3/4—1 1/2	24	» 1 »
Pinus densiflora ...	1 1/2—3	5 1/2—8	2 1/2—6 1/2 Stunden
Larix europaea	1 1/2—3	24—48	fast 1—2 Tagen
Robinia Pseudoacacia.	3/4—1	1 1/2—2	1/2—1 1/1 Stunden
Ligustrum vulgare ...	1/2—1 1/2	3—4	1 1/2—3 1/2 »

Resultat: Auch bei Anwendung von Gaslicht und bei Ausschluß von Geotropismus zeigen die im Lichte gezogenen normalen Keimlinge eine Verspätung im Eintreten des ersten heliotropischen Effektes im Vergleich zu den etiolierten Keimlingen. Diese Zeitdifferenz ist aber für heliotropisch empfindlichere Pflanzen *(Robinia, Ligustrum)* geringer als bei weniger empfindlichen.

IV. Kapitel.

Heliotropismus an abgeschnittenen Zweigen und zwei- bis mehrjährigen Bäumchen.

Die wichtigsten Beobachtungen über den Heliotropismus an Zweigen und Bäumen wurden von mir bereits in der Einleitung hervorgehoben. Wie schon betont, sind es vor allem die Versuche mit Trieben von *Salix alba*. In dem zweiten Teile der physiologischen Monographie betont Wiesner,[2] daß die Laubsprosse der Holzgewächse in der Regel negativ geotropisch und gleichzeitig positiv heliotropisch sind und auf das Verhältnis zwischen positivem Heliotropismus und negativem

[1] Nur in einigen Ausnahmsfällen konnte an normal gezogenen Keimlingen 6 bis 8 Stunden nach Beginn des Versuches Heliotropismus nachgewiesen werden. Da der Versuch zumeist längere Zeit in Anspruch nahm, so sind auch hier bei der Angabe einer größeren Stundenzahl die Nachtstunden eingerechnet.

[2] Die heliotropischen Erscheinungen, II. Teil, p. 30.

Geotropismus bezugnehmend, hebt genannter Forscher hervor, daß sich im allgemeinen sagen läßt, daß die Laubsprosse und die blütentragenden Achsen viel stärker geotropisch als heliotropisch sind und verweist auf seine Untersuchungen mit Trieben von *Salix alba*, die im normalen Zustand fast gar nicht, im etiolierten nur schwach heliotropisch sind.

Meine in diesem Kapitel zu beschreibenden Versuche wurden mit Terminaltrieben an Sprossen von verschiedenen Holzgewächsen angestellt. Stärkere Sprosse mit größeren Terminalknospen wurden für diesen Zweck im Freien gesammelt und mit den unteren Enden in mit Wasser gefüllten Gläsern im Warmhaus des Institutes aufgestellt und bei schwachem diffusen Tageslicht zur Entwicklung gebracht. Andere Sprosse wieder wurden durch undurchsichtige Rezipienten verdunkelt und so zur Entwicklung gebracht, um für meine Zwecke auch vollkommen etiolierte Triebe zur Verfügung zu haben. Hatten nun die auf diese Art zur Entwicklung gebrachten Triebe die für die Versuche geeignete Länge erreicht, wurden sie im Warmhaus in die oben beschriebenen Dunkelkasten eingeführt und so vollkommen einseitiger Beleuchtung in schwachem diffusen Tageslichte, wie es oben[1] beschrieben wurde, ausgesetzt. Wie aber aus den von Wiesner[2] mit Ahorn *(Acer platanoides)* angestellten Versuchen zu ersehen ist, geht der normale Habitus dieses Holzgewächses nicht erst im Finstern, sondern schon beim Unterschreiten des Minimums des Lichtgenusses verloren und »die Pflanze beginnt bereits beim Unterschreiten des Minimums des Lichtgenusses den etiolierten Charakter zu zeigen«. Da nun aber meine Zweige in den Wintermonaten Jänner und Februar gesammelt und im Warmhaus zur Entwicklung gebracht wurden, die Lichtintensität an der Stelle des Warmhauses, wo die frischen Triebe für den Versuch zur Entwicklung gebracht wurden, ungefähr $^1/_{90}$ des gesamten Tageslichtes ausmachte,[3] so habe ich alle meine im Warmhaus zur Entwicklung gebrachten

[1] Siehe oben p. 1300.

[2] Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig (1907), p. 257 ff.

[3] Vgl. oben p. 1300 (Anmerkung 2) und p. 1320 (Anmerkung 1).

Triebe als halbetioliert zu betrachten. Meine Versuche mit im Freien, an vorjährigen Trieben im Frühjahre zur Entwicklung gebrachten Sprossen, werden im folgenden besonders hervorgehoben.

Im Experiment ist es oft möglich, Pflanzen bei einer viel geringeren Lichtintensität als dem Minimum des Lichtgenusses entspricht, zu ziehen, ja, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, sie sogar noch bei völligem Ausschluß des Lichtes bis zu einem bestimmten Grade zur Entwicklung zu bringen.[1] Nach einiger Zeit aber stellen die auf diese Weise zur Entwicklung gekommenen Triebe ihr Wachstum ein und sterben rasch ab. Letzteres war auch der Grund, warum ich meine Untersuchungen mit abgeschnittenen Zweigen oft frühzeitig unterbrechen mußte.

Die Frontseite der für den Versuch verwendeten Triebe, die in Gläsern mittels durchlöcherter Korkstöpsel befestigt waren, war stets markiert.

Temperatur im Warmhaus während der Untersuchungen 16 bis 22° C. Relative Feuchtigkeit 80 bis 90.

Bemerkungen zu Tabelle VI:

[1] Winkel, den der heliotropisch vorgeneigte Oberteil mit der Vertikalen bildet.

[2] 2 bis 3 Tage nach der Exposition wiesen auch die Seitentriebe, die sich mit den Terminaltrieben entwickelten und im Dunkeln nahezu vertikal aufwärts wuchsen, schwachen Heliotropismus auf.

[3] In diesem Falle wurden die Sprosse noch im Knospenstadium aufgestellt. Sie standen vollkommen aufrecht. Gleichzeitig mit der Entwicklung des jungen Triebes aus der Knospe zeigte sich auch Heliotropismus. Bei einer Länge der jungen Triebe von 6 *cm* bildete der vollkommen gerade gestreckte Oberteil des Triebes mit der Vertikalen einen Winkel von 30 bis 40°.

[4] Auch hier war an den Seitentrieben, die sich mit den Terminaltrieben entwickelten, schwacher Heliotropismus zu bemerken.

[5] Die jungen Triebe im halbetiolierten und vollkommen etiolierten Zustand waren mit dichtem Filz überzogen. Die letzteren welkten alle noch vor Eintritt des heliotropischen Effektes. Wurden die Sprosse noch im Knospenzustand nur kurze Zeit verdunkelt, so wurde dadurch das Wachstum des jungen Triebes befördert und die Triebe krümmten sich etwas früher und deutlicher in die Richtung des einfallenden Lichtes hin.

---

[1] Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig (1907), p. 252.

Tabelle VI.

1. Versuche mit abgeschnittenen Zweigen von Bäumen und Sträuchern.

Terminaltriebe von	Länge der Triebe in Zentimetern			Eintritt des ersten heliotropischen Effektes nach Tagen	Heliotropischer Krümmungseffekt		Anmerkung
	etioliert	halb-etioliert	normal		nach Tagen	in Winkelgraden [1]	
Ligustrum vulgare [2] ...	3—4	3—4		$^1/_2$—1	14	25—30	Zuwachs nach 14 Tagen 5 bis 6 *cm*;
» » ...			1·5—4	2—3	14	10—15	schwacher Heliotr. auch an Seitentrieben
Prunus Padus [3] (Strauchform) ..	—	—	—	—	—	30—40	Deutlicher Heliotr. auch an Seitentrieben
Sambucus nigra	4—6			2—3			
Viburnum Lantana ...	—	2—3		2—3	4—5	deutliche Krümmung	
Syringa vulgaris [4]		2—3		2—3	14	35—40	Schwacher Heliotr. auch an Seitentrieben
Ribes Grossularia.....		0·7—1		1—2	6	80—90	Zuwachs nach 6 Tagen 4 bis 5 *cm*
Fraxinus excelsior		2		3			
Populus nigra.....	2—3			1—2	10	15—20	
» »		1—2		1—2			
Aesculus Hippocastanum [5] ..		2—3	2—3	1—2 2—3			Deutlicher Heliotr. auch an Seitentrieben
Salix alba	3—4	2—4			mehreren Tagen	schwache Krümmung	
» »			2—3		» »	sehr schwache Krüm.	
Salix Caprea (Strauchform) ..	2·5—3				4—5	60—80	

Resultat: Wie aus den angeführten Versuchen mit abgeschnittenen Zweigen von Bäumen und Sträuchern zu ersehen ist, sind die Laubsprosse, solange sie noch wachstumsfähig sind, auch heliotropisch. Im etiolierten oder halbetiolierten Zustande reagieren die noch wachstumsfähigen Laubsprosse bei einseitiger Beleuchtung schwach, nur ausnahmsweise deutlich heliotropisch (z. B. *Ribes*, *Salix Caprea*, Strauchform). Im normalen Zustande sind die Laubsprosse nur mehr sehr schwach, aber doch noch merklich heliotropisch (z. B. *Ligustrum vulgare*, *Aesculus Hippocastanum* und *Salix alba*).

2. Versuche mit zwei- bis mehrjährigen Bäumchen.

Das Material für diese Versuche bezog ich durch die Güte des Herrn Dr. Zederbauer aus der forstlichen Versuchsanstalt in Maria Brunn bei Wien. 2 bis 4 junge Bäumchen, die in besonderer Weise für meine Versuche geeignet erschienen, wurden immer in je einen kleineren Gartentopf verpflanzt und für den Versuch verwendet. Ausgegraben wurden die jungen Bäumchen, als ihre jungen diesjährigen Triebe bereits eine Länge von $^1/_2$ bis 1 *cm* hatten.

Auch diese Versuche wurden wie die mit den Keimlingen in diffusem Lichte im Experimentierraum ausgeführt. Auch hier werden immer die äußeren Grenzwerte aus den Ergebnissen mehrerer Versuchsreihen angegeben.

Temperatur während der Versuche 13·8 bis 24° C.
Relative Feuchtigkeit 40 bis 65.

Bemerkungen zu Tabelle VII:

[1] Unter halbetioliert* sollen hier jene Triebe aufgefaßt werden, die vor der Versuchsanstellung durch 3 bis 4 Tage vollkommen dunkel gestellt wurden.

[2] Auch hier immer die Nachtstunden miteingerechnet.

[3] Nur in einigen Ausnahmsfällen zeigten die halbetiolierten Triebe schon nach 3 bis 5 Stunden schwachen Heliotropismus.

[4] Die zarten Pflänzchen litten infolge des Transportes sehr. Die meisten Pflänzchen welkten noch vor Eintritt des heliotropischen Effektes. Diesem Umstand ist es wahrscheinlich auch zuzuschreiben, weshalb die Triebe erst 5 bis 6 Tage nach der Exposition sehr schwachen Heliotropismus erkennen ließen. Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit mit diesem Versuchsmaterial konnten wegen Unzulänglichkeit desselben nicht unternommen werden.

Tabelle VII.

	Vegetationsjahr	Länge der diesjährigen Triebe in Zentimetern: normal	Länge der diesjährigen Triebe in Zentimetern: etioliert [1] (halbetioliert) *	Eintritt des ersten heliotropischen Effektes nach	Nach	Heliotropischer Effekt	Anmerkung
Picea excelsa	2.	1·5—2		24 Stunden [2]	mehreren Tagen	5—15°	
» »	2.		2—3 *	3—4 »			
» »	3.	2—3		1—2 Tagen			Schwacher Heliotropismus auch an Seitentrieben
» »	3.		2—3 *	24 Stunden [3]			
Pinus Laricio	3.	3—5		1—2 Tagen	3—4 »	schwacher H.	
Acer platanoides [4] ..	2.	2—3		5—6 »			
Quercus robur ...	4.	3—4		2—3 »	mehreren »	schwacher H.	Kaum merklicher Heliotropismus an normalen (Seitensprossen)
» »	4.		2—3	4—5 Stunden	» »	deutlicher H.	Schwacher Heliotropismus an etiolierten (Seitensprossen)
Populus pyramidalis	3.	2—3		$1\frac{1}{2}$—2 Tagen	14 »	15—20°	Schwacher Heliotropismus auch an normalen (Seitensprossen)
» »	3.		3—4	1—2 Stunden			Deutlicher Heliotropismus auch an etiolierten (Seitensprossen)

Resultat: Wie aus meinen eben angeführten Versuchen mit abgeschnittenen Zweigen und jungen Bäumchen zu ersehen ist, sind die Holzgewächse nicht nur im Keimungsstadium sondern auch in späteren Entwicklungsstadien heliotropisch empfindlich, solange sie noch Längenwachstum aufweisen. Aber nicht bloß die wachstumsfähigen Hauptsprosse der Holzgewächse lassen bei einseitiger Beleuchtung Heliotropismus erkennen, sondern auch die Seitensprosse, wenn auch oft nur in sehr geringem Maße, was nach Wiesner[1] in den meisten Fällen auf geringere Wachstumsfähigkeit der Seitensprosse im Vergleich zu der der Hauptsprosse zurückzuführen ist.

Es scheint sonach, wie Wiesner[2] betont, keine Laub- und keine Nadelbaumart zu existieren, deren noch in die Länge wachsender Stengel frei von Heliotropismus wäre. Ein Vergleich der Tabellen I, III, VI und VII und die Versuche mit den etwas älteren, im Licht gezogenen Keimlingen von *Acer Pseudoplatanus*[3] und *Hibiscus Syriacus*[3] lehren, »daß mit dem Alter auch die heliotropische Empfindlichkeit bedeutend abnimmt«. Wir finden zwar die jungen noch im Längenwachstum begriffenen Sprosse an vorjährigen Zweigen heliotropisch empfindlich, doch bei weitem nicht mehr in dem Grade, wie es Keimstengel sind.

Bedeutend heliotropisch empfindlicher jedoch als die normalen, wachstumsfähigen Sprosse sind die Sprosse im etiolierten oder halbetiolierten Zustand.

Bei Erwägung aller bisher gefundenen Resultate ist es daher nicht ausgeschlossen, bei aufmerksamer Beobachtung Heliotropismus an Holzgewächsen auch in der Natur, die entsprechend für Heliotropismus günstigen Lichtverhältnisse vorausgesetzt, anzutreffen. Ich konnte in dieser Beziehung nur Wiesner's Beobachtungen[4] bestätigen, denen zufolge »im großen ganzen der Heliotropismus bei Sträuchern zu relativ größerer Geltung kommt als bei den Bäumen, für die Photo-

[1] Die heliotropischen Erscheinungen, II. Teil, p. 31.

[2] Der Lichtwuchs der Holzgewächse (1897), p. 12.

[3] Siehe oben, p. 1323 (Bemerkung 3 und 5).

[4] Lichtwuchs der Holzgewächse, Wien (1897).

trophie zur Erreichung der günstigsten Beleuchtung von größter Wichtigkeit ist. Unter den Holzgewächsen, die sowohl in Strauchform als in Baumform vorkommen, sind in der Regel solche zu finden, welche nur wenig heliotropisch sind. Holzgewächse hingegen, die nur in Strauchform auftreten (z. B. *Lycium*, *Philadelphus*, *Ribes*, *Weigelia* etc.), sind in relativ höherem Grade heliotropisch.«

Von meinen eigenen Beobachtungen will ich nur noch folgendes kurz hervorheben: Ich fand nämlich die Holzgewächse, die nur in Strauchform auftreten und auch die Fähigkeit besitzen, als Unterholz in Wäldern, Auen etc. bedeutenden Schatten zu ertragen (wie z. B. *Rosa canina*, *Viburnum Lantana*, *Symphoricarpus racemosus*, *Evonymus*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Berberis*, *Ribes* etc.),[1] in relativ hohem Grade heliotropisch. Die Holzgewächse, die sowohl in Strauch- als in Baumform vorkommen können (z. B. *Syringa*, *Sambucus*, *Robinia Pseudoacacia*, *Rhus typhina*, *Salix Caprea*, *Ulmus campestris*, *Alnus glutinosa*, *Acer campestre* etc.), zeigen ein intermediäres Verhalten. Die einen, wie z. B. *Sambucus*, *Robinia*, *Salix caprea*, erweisen sich in höherem Grade heliotropisch, andere wieder, wie *Syringa*, *Acer*, *Alnus* sind nur in geringerem Grade heliotropisch empfindlich. Nach der Ansicht Wiesner's[2] »ist gerade die geringe Eignung zu heliotropischen Krümmungen eines der Hauptmomente, welches bedingt, daß ein Holzgewächs den Baumtypus anzunehmen befähigt ist.«

Und tatsächlich ist Heliotropismus an Bäumen nur unter für Heliotropismus besonders günstigen Beleuchtungsverhältnissen und auch dann häufig nur in schwachem Grade anzutreffen. Relativ häufig fand ich noch Heliotropismus an Bäumen von bedeutendem Minimum des Lichtgenusses,[3] oder mit anderen Worten an Bäumen, die auch

[1] Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes (1889), III. Bd.

[2] Lichtwuchs der Holzgewächse, Wien (1897), p. 7.

[3] Vgl. Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig (1907), p. 153 und Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes (1889), II. Bd.

Schatten zu ertragen befähigt sind,[1] wie z. B. an *Aesculus*, *Fagus silvatica*, *Carpinus Betulus*, *Acer campestre*, *Juglans regia* etc., während ich an Bäumen von geringem Lichtminimum, also an verschiedenen Lichtholzarten wie z. B. *Quercus*, *Populus nigra*, *Salix*, *Alnus* etc. nur äußerst selten und auch dann nur sehr schwachen Heliotropismus antraf.

Auch an *Pinus silvestris* und *P. Laricio* konnte ich an Haupt- und Seitensprossen Heliotropismus beobachten. Die 10- bis 15jährigen Bäumchen standen am Waldesrand und das Verhältnis des Vorderlichtes zum Hinterlicht an dieser Stelle war 8 : 1, wie aus meinen zahlreichen, an dieser Stelle vorgenommenen Lichtmessungen hervorging, ein Beleuchtungsverhältnis, welches nach Wiesner[2] dem Zustandekommen des Heliotropismus bei der Föhre günstig ist.

Zusammenfassung.

1. Sämtliche untersuchten Holzgewächse sind wenigstens im Keimlingsstadium sehr deutlich heliotropisch. In diesem Stadium konnte diesbezüglich kein Unterschied gegenüber krautigen Pflanzen nachgewiesen werden, doch sind jene vielfach durch eine relativ lange Reaktionszeit ausgezeichnet.

2. Die Keimpflanzen der Holzgewächse sind im etiolierten Zustande heliotropisch empfindlicher (d. h. sie reagieren bereits auf geringere Lichtintensitäten und relativ schneller) als im Lichte gezogene Keimlinge.

3. Die Laubsprosse der Holzgewächse sind gleichfalls, solange sie wachsen, heliotropisch; doch ist auch bei etiolierten Sprossen die heliotropische Krümmung selten eine deutliche (*Ribes*, *Salix caprea* [Strauchform]). Im Lichte gezogene Sprosse reagieren nur sehr schwach, aber immerhin merklich heliotropisch (*Ligustrum vulgare*, *Aesculus Hippocastanum*, *Salix alba*).

[1] Vgl. Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig (1907), p. 153 und Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes (1889), II. Bd.

[2] Lichtgenuß. (Siehe oben p. 1319, Anmerkung 2.)

4. Nach Beobachtungen im Freien sind in Übereinstimmung mit Wiesner die Holzgewächse, welche in Strauchform auftreten und auch die Fähigkeit besitzen, als Unterholz bedeutenden Schatten zu ertragen, in relativ hohem Grade heliotropisch. Holzgewächse, welche in Strauch- oder Baumform auftreten können, zeigen ein intermediäres Verhalten. Heliotropismus solcher Holzgewächse, welche vorwiegend oder ausschließlich Baumform besitzen, ist nur unter ganz besonders günstigen Beleuchtungsverhältnissen und auch dann zumeist nur in schwachem Grad anzutreffen.

5. Im allgemeinen entspricht einem geringeren Lichtgenußminimum ein höherer Grad heliotropischer Empfindlichkeit.

Zur Physiologie der Diatomeen.

(III. Mitteilung.)

Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen

von

Privatdozent Dr. **Oswald Richter.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. 124 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tabellen und 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1909.)

Auf der 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart hatte ich (I, 1906, 280) bereits Gelegenheit, über die Tatsache berichten zu können, daß die farblose Meeresdiatomee *Nitzschia putrida* Benecke (*N. p.* B.) das Na als notwendiges Nährelement braucht (III/IV, 1908/1909, 167/[666], 10).

In den Jahren 1905 und 1906 war es mir auch geglückt (II, 1908 [81], 55), braune Meeresdiatomeen des *Nitzschia*- und *Navicula*-Typus speziesrein, d. h. noch mit Bakterien verunreinigt, auf gewässertem, mit Nährsalzen versehenem sogenannten Mineralsalzagar (M. S. A.) zu ziehen und festzustellen, daß sie bei Versuchen über die direkte Anpassung an verschiedene Kochsalzprozente im Substrat bis auf 1% ClNa gut gediehen und daß das Optimum für ihr Gedeihen um etwa 2% ClNa liegen müsse.

In Anbetracht der Resultate über die Notwendigkeit des Na für die *N. p.* B. schien es nun sehr verlockend, einmal nachzusehen, ob sich etwas Analoges für die braunen Meeresdiatomeen würde feststellen lassen können, denn Impfmaterial hatte ich in Hülle und Fülle.

Es handelte sich hier um Studien mit autotrophen Organismen und um die Frage, ob ein Element aus der Gruppe der Metalle für unsere Diatomeen von größerer Bedeutung sei.

Aus diesen Überlegungen heraus ist sofort zu erkennen, daß der betrübende Umstand, daß ich die braunen Kieselalgen wegen Mangel an Zeit noch immer nicht in absoluter, d. h. bakterienfreier Reinzucht besitze, der Beantwortung der aufgeworfenen Frage nicht im Wege stand. Ich kann somit gleich zur Beschreibung der Versuchsanstellung übergehen, die sich im wesentlichen an die in III, p. 171, und IV, p. [669], 13 beschriebene anschloß.

Zu einem Stammagar von folgender Zusammensetzung:

1000	T.	dest. H_2O,
18	*g*	gewässertes Agar,
0·2		K_2HPO_4 Merck,
0·2		KNO_3 »
0·05		$MgSO_4$ »
Spur		$FeSO_4$ [1]

wurden ClNa, ClK, Cl_2Mg, Cl_2Ca, $MgSO_4$, $NaNO_3$, Na_2SO_4 und in einigen Fällen auch KNO_3 in 1% oder 2% zugesetzt, nachdem sich durch neue Versuche über die optimale Konzentration des ClNa (siehe p. 1340) herausgestellt hatte, daß die *Navicula* auf 1%, die *Nitzschia* auf 2% ClNa besonders gut wächst.

Von der Herstellung isosmotischer Mengen der verwendeten sowie von der Überprüfung anderer Na-Salze konnte ich nach meinen Erfahrungen mit der *N. p.* B. (IV, [669], 13 und [671], 15) füglich absehen.

Über den Versuchsverlauf gibt Tabelle I*a*, über den Versuchseffekt Taf. I Aufschluß.

Ich kann also sofort zur Zusammenfassung der Resultate dieser Serie von Versuchen schreiten.

Es hat sich gezeigt:

1. Daß in Übereinstimmung mit den Erfahrungen an der *Nitzschia putrida* Benecke eine Entwicklung der braunen Meeresdiatomeen nur stattfindet auf jenen Nährböden, zu

[1] Besonders gereinigtes Salz, wie es Molisch bei seinen Untersuchungen über die Ernährung der Pilze verwendete (1892, 106).

denen Na zugesetzt worden war, und zwar erwies sich die Verbindung NaCl am vorteilhaftesten, dann $NaNO_3$.[1] In einzelnen Fällen schien auch eine ganz minimale Entwicklung auf Na_2SO_4 stattgefunden zu haben. Doch wirkte es in Übereinstimmung mit dem Verhalten der *N. p.* B. gegenüber entschieden hemmend.

2. Daß, da in den verwendeten Salzen ClNa, ClK, Cl_2Mg, Cl_2Ca überall das Cl vorhanden ist, die Entwicklung unter diesen Chloriden aber nur auf NaCl eintrat, nur das Na als ausschlaggebend für die Ernährung angesehen werden kann.

Es hat sich somit neuerlich gezeigt, daß Meeresdiatomeen des Na als notwendigen Nährelementes bedürfen.

Zu derselben Zeit, wo die besprochenen Diatomeenversuche in bestem Gange waren, glückte es mir auch, eine grüne Meeresprotococcale aus dem Triester Meerwasser zu isolieren.[2] Ich ließ daher, wie leicht verständlich, die Gelegenheit nicht vorübergehen, um auch die Frage der Notwendigkeit des Na für diese Alge zu überprüfen.

Die Versuchsanstellung war dieselbe wie bei den Diatomeenversuchen, der Versuchsverlauf ist daher unter dem dieser gleichfalls in der Tabelle I, aber sub *b)*, zum Vergleiche wiedergegeben worden. Der Versuchseffekt (Taf. II) war aber ein ganz anderer als bei den Diatomeenversuchen.

Es zeigte sich:

daß unsere Grünalge in allen Eprouvetten mit den genannten Zusätzen gedeiht, in den ClNa-, Cl_2Mg- und $MgSO_4$-Eprouvetten am besten, in anderen, z. B. in $CaCl_2$, relativ schlecht, was aber das Auffallendste war, sie gedieh auch auf dem Mineralsalzagar ohne Zutat. Sie wuchs also ohne Ge-

[1] Daß in Versuch III der Tabelle I*a* die Entwicklung in $NaNO_3$ ausnahmsweise unterblieb, führe ich auf die späte Jahreszeit und die daher herrschende schwache Beleuchtung zurück. $NaNO_3$ ist schon ein mangelhafter Nährboden und nun noch ein zweiter hemmender Faktor dazu! Da ist es wohl kein Wunder, daß sich die geimpfte *Nitzschia* hier nicht entwickeln konnte.

[2] In dem Material befanden sich speziell bei Untersuchung in liquidem Wasser außer kugelförmigen Zellen auch Tetraden und Schwärmerstadien, deren entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang nicht sicher feststeht.

wöhnung an niedere Kochsalzgaben sofort als Süßwasseralge, allerdings schlecht.

Die Grünalge war also nicht an das Vorhandensein des ClNa gebunden, sie gedieh recht gut, ja vortrefflich, wenn die Nährböden nur durch Salzzugaben verschiedener Art den Konzentrationsverhältnissen, wie sie an ihrem natürlichen Standorte vorkommen, möglichst angeglichen werden. Mit anderen Worten:

Für die von mir gezogene Grünalge des Meerwassers ist das ClNa osmotischer, während es für die Meeresdiatomeen Ernährungsfaktor gewesen war.

Dieser wesentliche Unterschied zwischen beiden Algen prägte sich auch in ihrem Verhalten zu verschiedenen Kochsalzgehalten aus.

Die Versuchsanstellung war bei allen derartigen Experimenten — vornehmlich denen des Jahres 1909 — die, daß zu dem oben angeführten Stammagar[1] ClNa in den Prozentsätzen 1, 2, 3, 4, 5 und 6%, beziehungsweise 0·5, 1, 1·5 etc. bis 3% zugegeben wurde.

Den Versuchsverlauf zeigt Tabelle II, die Versuchseffekte sind als Fig. 3 und 6 in den Tafeln I und II wiedergegeben.

Man sieht, daß die braunen Meeresdiatomeen über rund 4% ClNa nicht hinauf und nicht viel unter 0·5% ClNa — Miquel (1892, 95) und Techet (1904, 371) zogen sie bis auf 1%, Versuche mit Prozentsätzen zwischen 0 und 0·5% ClNa hielt ich nicht für notwendig — heruntergehen, während die Grünalge zunächst wohl auf 1 bis 3% zuerst aufkommt und eine üppige Entwicklung aufweist, noch ehe sie sich in höheren Prozentsätzen entwickelt, daß sich dieser Unterschied aber ausgleicht und sie schließlich bis auf 6% ClNa üppig gedeiht. Ich bin überzeugt, daß ich mit 6% hier noch lange nicht die obere Grenze des Gedeihens erreicht habe, zumal wir aus Stange's (1892, 256) Untersuchungen wissen, daß *Chlamydomonas marina* und eine Diatomeengattung des

[1] Nur bei Versuch VIII wagte ich es, Gelatine zu verwenden. Die Algen gediehen aber wegen der gesteigerten Konkurrenz mit den Bakterien sehr schlecht. Von Interesse dürfte noch die Mitteilung sein, daß ich in diesen Kulturen Plasmodien auch bei den braunen Meeresdiatomeen feststellte.

Mittelmeeres noch in einem Salinenwasser gediehen, das durch Abdunsten von 9·4 auf 23% (= 17·8% ClNa) Salzgehalt konzentriert worden war und daß nach den Untersuchungen von A. Richter (1892, 47) mit Süßwasseralgen *Stichococcus* erst auf 15 bis 18% ClNa starb und *Tetraspora explanata* noch auf 16% vegetierte (p. 36). Da mich aber derartige Versuche zu weit vom Thema abgeleitet hätten, begnügte ich mich mit dem für meine Diatomeen jedenfalls völlig abgegrenzten Versuchsraum von 0 bis 6% ClNa.

Die Grünalge gedieh, wie oben (p. 1339) schon erwähnt wurde, in gewissen Fällen ohne langsame Gewöhnung auch auf dem Stammagar, dem also weder ClNa noch ClK etc. in einer erheblicheren Konzentration zugesetzt worden war.

Damit stellt sich aber dieses Versuchsobjekt der Peridinee Küster's (1908, 351), dem *Gymnodinium fucorum* Küst., würdig an die Seite, das sich auch auf ClNa-armen Nährböden ziehen ließ (p. 359), und reiht sich an jene Peridineen an, die Bütschli (zit. nach Oltmanns) sowohl im Salz- als auch im Süßwasser angetroffen hat, und an jene Diatomeen der arktischen Zonen, die Gran (zit. nach Oltmanns) im Schmelzwasser des Eises sah, und übertrifft den *Fucus vesiculosus*, der nach Oltmanns (1905, 180) 0·25% Salzgehalt, und die *Nitzschia putrida* Benecke, die nach meinen Erfahrungen (IV [671], 15) noch 0·3% ClNa für ihr Gedeihen braucht.

Und wenn wir nun den Versuch machen wollen, den prinzipiellen Unterschied im Verhalten der Meeresdiatomeen und der Meeresgrünalge zu erklären — insbesondere was ihre Beziehung zum Na anlangt —, so glaube ich, werden wir in Anbetracht der Tatsache, daß die *N. p.* B. bei der Kultur in Na-armen Nährböden zur Auflösung der Schale schreitet und so die von mir beschriebenen Plasmodien bildet (IV, 1909 [739], 83) wohl am wenigsten fehlgehen, wenn wir uns an die Membran der Algen halten und annehmen, daß das Na von den Meeresdiatomeen für die Ausbildung ihrer Kieselschalen benötigt wird, mit anderen Worten, daß die Membran der Meeresdiatomeen aus einer Na-Si-Verbindung besteht.

Zusammenfassung.

Nachdem der Verfasser festgestellt hatte, daß eine farblose Meeresdiatomee, die *Nitzschia putrida* Benecke (*N. p.* B.), des Na als notwendigen Nährelementes bedarf, erbrachte er in der vorliegenden Arbeit den Beweis, daß auch für in Speziesreinkultur gehaltene braune Meeresdiatomeen des *Nitzschia*- und *Navicula*-Typus das Gleiche gilt: auch für sie ist das Na notwendiges Nährelement.

Zu diesem Nachweise benutzte er ein Mineralsalzagar, zu dem ClNa, ClK, Cl_2Mg, Cl_2Ca, $MgSO_4$, $NaNO_3$, Na_2SO_4 und KNO_3 in 1 oder 2% zugesetzt wurden.

Eine gute Entwicklung war in Übereinstimmung mit den Befunden an der *N. p.* B. nur auf ClNa und $NaNO_3$ zu bemerken. Auf Na_2SO_4 kamen in wenigen Fällen die Diatomeen sehr spärlich auf.

Der Parallelismus zum Verhalten der *N. p.* B. zeigte sich auch bei Versuchen mit verschiedenen Prozentsätzen von ClNa, von denen sich die zwischen 1 und 2% als Optimum herausstellten; 0·5% kann vorläufig als die untere, 4% als die obere Grenze für das Aufkommen der Diatomeen gelten.

Eine gleichfalls in Kultur befindliche Meeresprotococcale bot dem Verfasser Gelegenheit, auch mit ihr analoge Versuche über den ernährungsphysiologischen Wert der Na-Salze anzustellen — mit völlig verschiedenem Ergebnisse, d. h. die Alge kommt auf Agarnährböden mit allen erwähnten Salzen fort, auf ClNa freilich vielfach besser als auf den anderen Verbindungen, auch entwickelt sie sich auf ClNa freiem Agar.

Bezüglich der Anpassung an verschiedene ClNa-Prozentsätze ist gleichfalls ein fundamentaler Unterschied zwischen ihr und den Kieselalgen zu verzeichnen, indem sie ohne vorherige Gewöhnung bis auf 6% ClNa gedeiht.

Es scheinen somit die Meeresdiatomeen, was das Na-Bedürfnis anlangt, eine Ausnahmsstellung unter den Meeresalgen einzunehmen, die der Verfasser durch die von ihm auch früher schon vielfach gestützte Annahme erklärt, die Membran der Meeresdiatomeen sei eine Na-Si-Verbindung.

Benutzte Literatur.

Bütschli O., zitiert nach Oltmanns (180), Protozoa. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. I.

Gran H. H., zitiert nach Oltmanns (179).

Küster E., Eine kultivierbare Peridinee. Arch. f. Protistenkunde, Bd. 11 (1908), p. 351.

Miquel P., De la culture artificielle des diatomées. Le diatomist, tome I (1892), p. 95.

Molisch H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen, eine physiologische Studie. G. Fischer, Jena (1892), p. 106.

Oltmanns Fr., Morphologie und Biologie der Algen. G. Fischer, Jena, Bd. II (1905), p. 180.

Richter A., Über die Anpassung der Süßwasseralgen an Kochsalzlösungen. Flora, 1892, p. 4.

Richter Oswald, I, Über die Physiologie farbloser Diatomeen. Verh. d. Ges. Deutscher Naturf. u. Ärzte. 78. Vers. in Stuttgart (1906), II. Teil, 1. Hälfte, p. 280.

— — II, Zur Physiologie der Diatomeen (I. Mitt.). Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXV (1906), I. Abt., p. [81] 55.

— — III, Über die Notwendigkeit des Natriums für eine farblose Meeresdiatomee. Wiesner-Festschrift, 1908, p. 167.

— — IV, Zur Physiologie der Diatomeen (II. Mitt.). Die Biologie der *Nitzschia putrida* Benecke. Denkschriften d. math.-naturw. Kl. d. k. Akad. d. W. in Wien, Bd. LXXXIV (1909), p. [666] 10.

Stange, Beziehungen zwischen Substratkonzentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen. Bot. Ztg., Jg. 50 (1892), p. 253.

Techet R., Verhalten einiger mariner Algen bei Änderung des Salzgehaltes. Österr. bot. Ztschr., Bd. 54 (1904), p. 313.

Figurenerklärung.

Taf. I. Photographien von Versuchen mit braunen Meeresdiatomeen.

Fig. 1 und 2. Demonstration der Notwendigkeit des Natriums für eine kleine braune Meeresnavicula.
Die in der Tafel angeführten Salze wurden in 1% zugesetzt. Eine Entwicklung der Diatomee war nur in NaCl, $NaNO_3$ und Na_2SO_4 zu bemerken, von denen ihr das NaCl am besten zusagte. Na_2SO_4 erscheint außerordentlich ungünstig für ihr Aufkommen.
Der Versuch wurde nach etwa einmonatiger Dauer photographiert (vgl. Tabelle I*a* und Text p. 1338).

Fig. 3. Versuch über die Wirkung verschiedener Kochsalzkonzentrationen auf eine kleine braune Meeresnitzschia. Man sieht, daß das Optimum für die Entwicklung dieser Alge bei rund 2% gelegen ist. Das Minimum liegt, wie Tabelle II*a* zeigt, bei den braunen Meeresdiatomeen bei rund 0·5%, das Maximum bei 4% ClNa. Der Versuch wurde nach 41-tägiger Dauer photographiert (vgl. Tabelle II*a* und Text p. 1340).

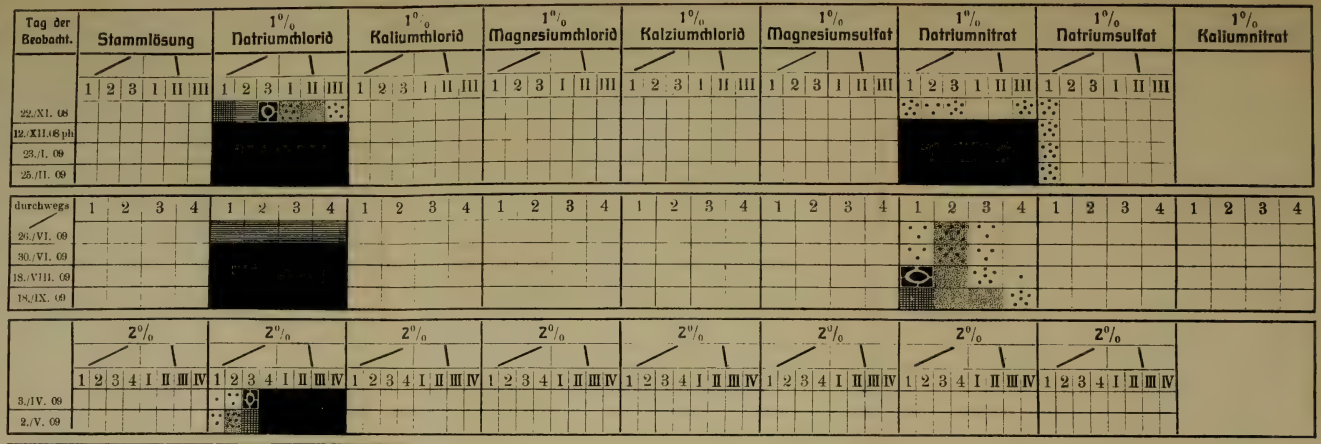
Taf. II. Photographien von Versuchen mit einer Meeresprotococcale.

Fig. 4 und 5. Parallelversuche zu den in Fig. 1 und 2 dargestellten Experimenten.
Die Grünalge entwickelt sich mehr minder gut in allen Eprouvetten, also in allen zugesetzten Salzen, ja sogar auf dem Stammagar. Danach kann für sie das ClNa nicht so sehr als Ernährungs- wie als osmotischer Faktor in Frage kommen.
Der Versuch wurde nach etwa einmonatiger Dauer photographiert (vgl. Tabelle I*b* und Text p. 1339).

Fig. 6. Versuch über den Einfluß verschiedener Kochsalzkonzentrationen.
Nachdem in den ersten Tagen die auf 2 und 3% ClNa geimpften Algen denen auf allen anderen Konzentrationen vorausgeeilt waren, kamen ihnen die der höheren Prozentsätze nach, so daß sich nach etwa 40tägiger Versuchsdauer die Unterschiede in 2 bis 6% völlig ausglichen. Auf 1% ClNa blieben die Algen zurück. Auf 0% ist im vorliegenden Versuche kein Aufkommen zu bemerken gewesen (vgl. Tabelle II*b* und Text p. 1340).

Tabelle 1. a)

Ueber die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen.



I. Versuch vom 7./XI. 1908
Stammlösung: 1000 g dest. H_2O, 18 g gewässertes Agar, 0·2 g K_2HPO_4, 0·2 g KNO_3, 0·05 g $MgSO_4$, Spur Fe SO_4, schwach alkalisch

II. Versuch vom 15.—16. VI. 1909
Stammlösung wie oben.

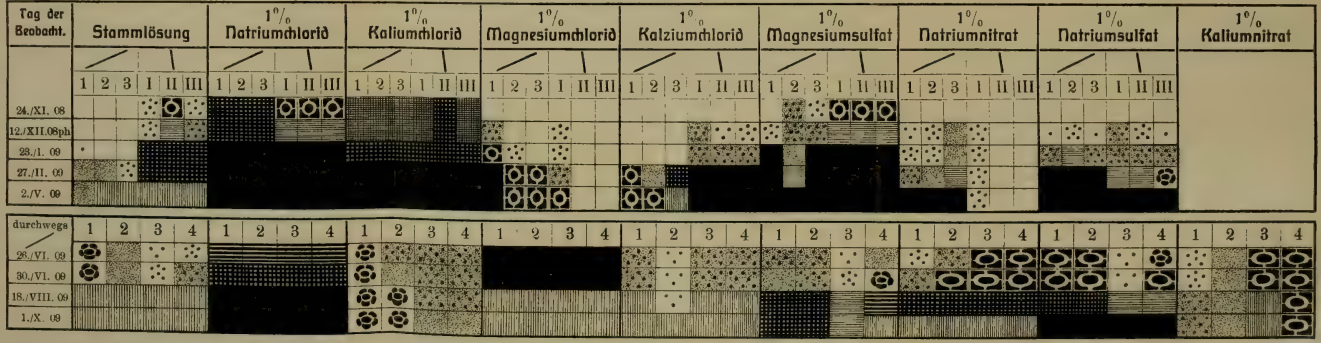
III. Versuch vom 20./XII. 1908
Stammlösung wie oben.

Versuche mit einer kleinen braunen Meeresmonade (Zucht vom Jahre 1905)

Versuche mit einer kleinen braunen Meeresmonade (Zucht v. J. 1906)

Tabelle 1. b)

Parallelversuche mit einer Meeresprotococcale.



IV. Versuch vom 7./XI. 1908
Parallelvers. zu I.
Stammlösung wie oben.

V. Versuch vom 15.—16. VI. 1909
Parallelvers. zu II.
Stammlösung wie oben.

(Zucht vom Jahre 1907)

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tabelle 2.

Versuche über den Einfluss verschiedener Kochsalzkonzentrationen

a) auf braune Meeresdiatomeen (durchwegs Strichkulturen)

b) auf eine Meeresprotococcale (durchwegs Strichkulturen)

Zeichenerklärung:

1. die erste Kolonie, 2.—7. entsprechend der dichteren Punktierung und der zunehmenden Grösse, sowie der dunkleren Töne der verwendeten Zeichen, 8.—11. entsprechend dem tieferen Schraffentone zunehmende Diatomeenentwicklung, 12. Maximum derselben, 13. Rückgang der Kultur.

ph. bei einem Datum: der Versuch wurde an diesem Tage photographiert.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Fig. 1

Na_2SO_4 $NaNO_3$ $MgSO_4$ Cl_2Ca Cl_2Mg ClK $ClNa$ Stammlös.

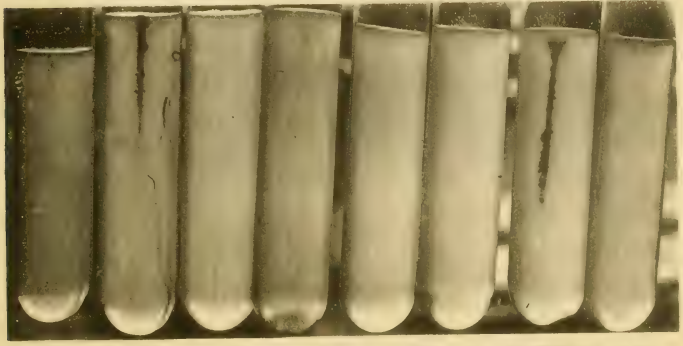


Fig. 2

6% 5% 4% 3% 2% 1% ++% $ClNa$

Fig. 3

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

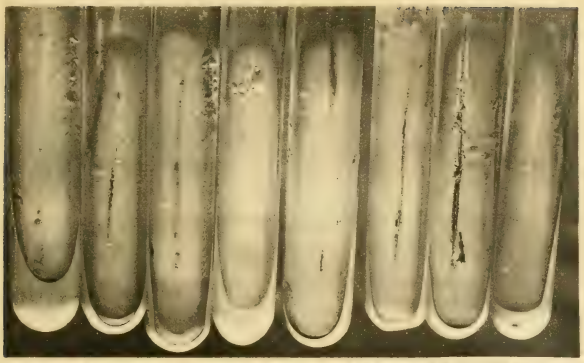


Fig. 4

Na_2SO_4 $NaNO_3$ $MgSO_4$ Cl_2Ca Cl_2Mg ClK ClNa Stammlös.

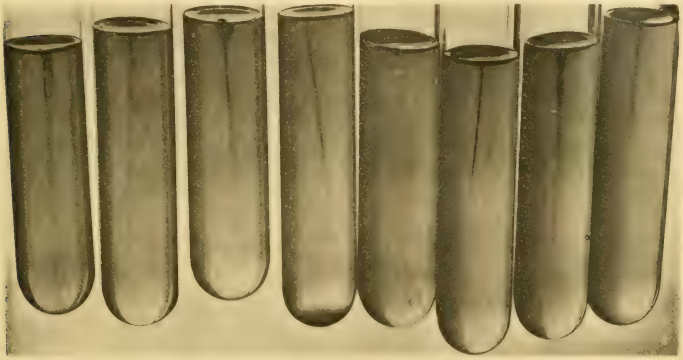


Fig. 5

6% 5% 4% 3% 2% 1% 0% ClNa

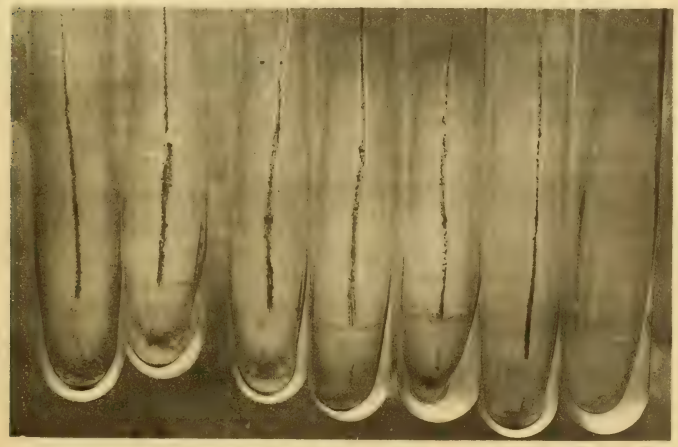


Fig. 6

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Textfig. 21.

Textfig. 16, 17, 18, 19, 20, 21: Querschnitte durch die Rhachis, welche als Längsschnitte durch den Stiel gehen, dann quer durch die aufrechte Fruchtschuppe. In allen Figuren bedeutet R = Rhachis, der graue Teil Phloem = P, die kräftigen schwarzen Linien, in Fig. 20 sechs schwarze Punkte, in Fig. 21 zwei schwarze Punkte am rechten Rande des Phloems, bedeuten Xylem = X, speziell P_D und X_D = Phloem und Xylem des Deckschuppenbündels, S = Samenanlage, T = Trichom, H = Harzkanal, M = Mark, D = Deckschuppe. Nähere Erklärung im Text.

ganz mit den Funden Strasburger's übereinstimmt. Wir sehen in Textfig. 16 das Phloem P_D des Deckschuppenbündels im Längsverlauf; das Xylem X_D tritt eben aus der Rhachis im Bogen aus und ist daher noch innerhalb der Zapfenachse angeschnitten; dieser Tracheidenstrang X_D ist im darüberliegenden Schnitt (Textfig. 17) längs getroffen; es ist das Xylem einer *Larix*-Nadel. Die Schnitte 18 und 19 treffen je zwei übereinander verlaufende Hadromstränge der Nebenachse; hier ist die Deckschuppe D bereits im Querschnitt zu sehen.

Der Schnitt Textfig. 20 ist so hoch geführt, daß der Stiel schon in seinem obersten, schmälsten Teil der Länge nach durchtrennt wurde; hier zeigt er nichts mehr von seiner Achsenanatomie. Der größte Teil der Figur gehört dem Querschnitt der Crista an; das Phloem des Stiels hat sich bereits im Bogen aufwärts gekrümmt und ist hier quer getroffen; es durchzieht die Fruchtschuppe in einem breiten Band P, in welches das inhaltsreiche parenchymatische Gewebe, dieses mehr oder minder vollständig in Gruppen auflösend, von beiden Seiten

her vorspringt (Textfig. 21). Die Tracheiden der Xyleme des Stiels haben sich aus ihrem Verbande gelöst, treten einzeln, manchmal zu zweien sich aufrichtend auf die Deckblattseite des Phloems und endigen in verschiedener Höhe, bedeutend früher als das Phloem. In Fig. 20 sehen wir sechs vereinzelte Tracheiden, in Textfig. 21, einem oberhalb des Stiels geführten Schnitt, können wir nur mehr zwei Tracheiden zählen.

Die beiden Samenanlagen sind, wie am schönsten in Textfig. 18 und 19 zu sehen, rechts und links von der Achse orientiert und werden vom Phloem derselben mit Hilfe von Transfusionsgewebe ernährt; ihr oberster, nach rückwärts gelegener Teil ist der aufrechten Partie des Fruchtschuppengewebes eingebettet (Textfig. 20). Der Querschnitt 18 traf Samenanlagen, die eben zwei, respektive drei Pollenkörner gefangen genommen haben und im Begriffe stehen, ihre Mikropyle auf jene Art zu verschließen, welche Himmelbaur in seiner Arbeit geschildert hat. Hiezu sei ergänzend erwähnt, daß wahrscheinlich die Trichome, welche auf der Rhachis sowie der Nebenachse wurzeln und vier bis sieben Zellen haben, sowohl beim Auffangen der Pollenkörner sowie beim Mikropylenverschluß eine Rolle spielen. Die auf der Innenseite der Fruchtschuppe am Stielende sitzenden Haare (Tafelfig. 2) bilden zwei aufrechte Büschel, welche an ihrer Basis häufig durch ein schmales Häutchen innig verbunden sind. Sie begleiten die nach außen und abwärts gewendeten Ovula, indem sie an dem unten breiter werdenden Stiel schräg herabziehen, und zwingen so die auf der Fruchtschuppeninnenseite herunterkollernden Pollenkörner, den Weg zu einer der beiden seitlich stehenden Samenanlagen zu nehmen. Unmittelbar unter der Mikropyle ragen die Spitzen jener Trichome empor, welche an der Rhachis inseriert sind; sie fangen den abwärts gleitenden Pollen auf. In Textfig. 18 sehen wir zahlreiche dieser Trichome quer durchschnitten, welche wie eine Palisadenreihe dem außerhalb der Mikropyle liegenden Pollenkorn den Rückweg versperren; die ihm zunächst stehenden Haare sind längs getroffen — vielleicht haben sie sich erst infolge eines Berührungsreizes in horizontaler Richtung umgelegt; ein Trichom umklammert den Pollen wie ein Finger. In Fig. 19

sehen wir ein Haar direkt in die Mikropyle eindringen, in anderen Fällen konnte beobachtet werden, wie ein solches in die Mikropyle dringendes Haar ein Pollenkorn vor sich herschob. Tubeuf spricht den Haaren jede Funktion bei der Bestäubung ab.

Aus dieser anatomischen Untersuchung geht hervor, daß der senkrecht zur Rhachis orientierte Stiel als Achse aufzufassen ist, welche in das Gewebe der Crista in unveränderter Richtung sich fortsetzt und erst nahe der Rückwand der Fruchtschuppe endet. Diese Achse ist mit dem Blattkissen des Tragblattes in typischer Rekauleszenz verwachsen, wie wir aus den zwei Harzgängen erkennen können, die aus der Rhachis in die Nebenachse biegen und hier bis zur Abzweigung der Deckschuppe vom Stiel verfolgt werden können.

An durchwachsenen Zapfen beobachten wir diese Rekauleszenz noch an den obersten Fruchtschuppen. In der Übergangsregion finden wir Deckblätter, denen die Fruchtschuppe, aber auch gleichzeitig der Stiel fehlt, so daß ihr Blattkissen an der Rhachis des Zapfens herabläuft. Da dieser Stiel zugleich mit der Blüte verschwindet, muß er wohl ein Bestandteil derselben sein; wir können ihn daher als Blütenachse bezeichnen. Die blüteleeren Deckschuppen ohne Stiel haben sich also von der Blütenachse getrennt, indem diese letztere zugleich mit den anderen Teilen der Blüte verschwand; es erscheint daher als nächstes Übergangsgebilde, wenn wir Sprosse mit Blättern sehen, die sich völlig frei, nicht mit dem Tragblatt verwachsen, in dessen Achsel entwickelten; sie bilden wieder die Hinüberleitung zu den Sprossen mit verkürzten Internodien, die wir als veränderte vegetative Knospen auffaßten.

Wenden wir uns nun wieder den Verhältnissen an normalen Fruchtschuppen zu, so sehen wir, daß die Blütenachse oberhalb der Trennungsstelle von der Deckschuppe rechts und links je eine Samenanlage trägt. Die Insertion ist dieselbe wie beim Vorblattpaar des Achselproduktes an durchwachsenen Zapfen. Dieses Vorblattpaar war offenbar fertil und zum Fruchtblatt geworden, indem es die Samenanlagen ausbildete. Heute jedoch ist von der Anatomie dieses Fruchtblattes nichts mehr zu entdecken; es bleibt daher nur die Annahme übrig, die

Fruchtblätter wären zur Bildung der Ovula total aufgebraucht worden, und es schließt sich so die *Larix*-Blüte lückenlos an die Reihe der anderen Gymnospermenblüten, wie sie Professor v. Wettstein in phylogenetischer Aufeinanderfolge von *Cycas* bis zu den Abietineen angeordnet hat (Handbuch, II. Bd., I. Teil, p. 110 u. f.). *Cycas* zeigt noch das Fruchtblatt mit stark entwickeltem sterilen Teil; dieser ist bei *Zamia* bedeutend kleiner, bei *Ginkgo* auf einen Wulst reduziert, bei den Benettitinen und Koniferen nicht mehr zu konstatieren.

Es taucht nunmehr der Gedanke auf, ob wir nicht jede solche Samenanlage als Einzelblüte auffassen sollen oder ob beide Ovula mit der Blütenachse gemeinsam erst eine Blüte bilden, wie wir es bei *Ginkgo* sehen (Textfig. 21 und 22).

Darauf gibt die Überlegung Antwort, daß — wie das recht häufige Auftreten von androgynen Zapfen zeigt — Mikro- und Makrosporangien einander leicht vertreten können, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß die weibliche Infloreszenz nicht komplizierter gebaut sein kann wie die männliche; betrachteten wir jedes Ovulum als Blüte, so stünde vor jeder Deckschuppe eine zweiblütige Infloreszenz und der ganze Zapfen wäre ein zusammengesetzter Blütenstand, was dem Bau der männlichen Blüten nicht entspricht.

Die weibliche Blüte besteht also aus einer Blütenachse mit zwei Samenanlagen in der Achsel einer Deckschuppe.

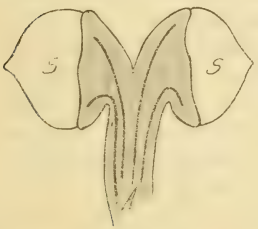
Welches ist aber die morphologische Bedeutung des parallel zur Rhachis orientierten Teiles der Fruchtschuppe, der Čelakovský'schen »Crista«?

Sie kann keine Exkreszenz des Deckblattes sein; wir sahen, daß die Gefäßbündel von Deck- und Fruchtschuppe völlig getrennt aus der Rhachis in die Nebenachse einbiegen und auch völlig getrennt, ohne Anastomosierung weiter verlaufen.

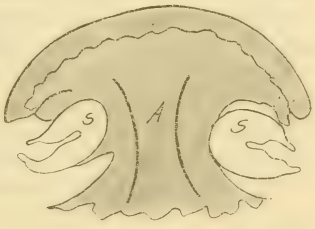
Sie kann auch kein offenes Fruchtblatt sein, weder ein einfaches noch ein aus mehreren Blättern verwachsenes; hiegegen spricht die Verteilung von Phloem und Xylem im Querschnitt, namentlich die Auflösung des Hadroms in einzelne Tracheiden, das allmähliche vorzeitige Enden derselben,

während der Siebteil das Gebilde der ganzen Länge nach durchzieht.

Wenn man dennoch versucht, die Fruchtschuppe als Carpid zu erklären, so bereitet die deckblattsichtige Orientierung des Xylems Schwierigkeit. Eine Reihe von Forschern suchte diese zu beheben, indem sie darauf hinwiesen, die Fruchtschuppe sei ein Verwachsungsprodukt des Vorblattpaares, das wir am entwickelten Blütensproß von durchwachsenen Zapfen ausgebildet sehen; es hätten sich die der Rhachis zugekehrten Ränder des lateralen Blattpaares vereinigt; dadurch wäre der



Textfig. 21.



Textfig. 22.

Textfig. 21 und 22. Schematische Darstellung des Längsschnittes durch die weibliche Blüte von *Ginkgo* und *Larix*; in beiden Figuren bedeutet *A* die Blütenachse, *S* die Samenanlage.

Blütensproß, die Achse zweiter Ordnung, zwischen die Deckschuppe und die so entstandene Fruchtschuppe geraten. Diese Fruchtschuppe kehre also ihre morphologische Oberseite der vorhandenen oder verkümmerten Nebenachse und zugleich auch dem Deckblatt, hingegen die morphologische Unterseite der Zapfenachse zu, daher das Xylem deckblatt-, das Phloem rhachiswärts, die Ovula auf der Unterseite ständen.

Dies würde eine annehmbare Erklärung abgeben, wenn nicht unsere Funde einen entwickelten Blütensproß auf der anderen Seite, zwischen Fruchtschuppe und Zapfenachse, zeigten (Tafelfig. 15 und 16). Würden wir an die Entstehung der Fruchtschuppe durch Verwachsung der Vorblätter glauben, müßten hier die deckblattseitigen Ränder sich zusammengefügt haben; dann stünden die Ovula auf der morphologischen Ober-

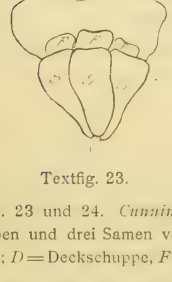
seite des Fruchtblattes, was mit der Orientierung des Hadroms und Leptoms nicht stimmt.

Wenn aber die Crista weder als Placenta noch als Carpell aufzufassen ist, können wir sie nur als eine Achsenwucherung bezeichnen, wie es schon Strasburger 1872 tat. Hiermit stimmen auch seine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen überein. Er sagt (Die Koniferen und die Gnetaceen, p. 51): »Die Fruchtschuppe entsteht als ein abgerundeter und querer Wall; mitten auf demselben wird bald eine kleine Erhöhung sichtbar, die sich als der Vegetationskegel der Anlage zu erkennen gibt; die beiden Kanten rechts und links von demselben schwellen unbedeutend auf, wohl als erste Spur zweier transversaler Blätter. Die Anlage zeigt hierauf eine auffallende Bevorzugung des Wachstums der hinteren Seite....« Dann auf p. 59: »Sie entsteht nämlich noch vor der Anlage der Blüten und unterhalb ihrer Insertion, so daß diese mit emporgehoben und bei fortgesetzt einseitigem Wachstum der Fruchtschuppe schließlich umgekehrt werden.«

Indem wir die Fruchtschuppe nicht als aus mehreren Blättern zusammengesetzt betrachten, müssen wir uns die Frage vorlegen, auf welche andere Art die oft lückenlose Reihe der Anamorphosen zu denken sei, welche eine allmähliche Spaltung der Fruchtschuppe zeigen, bis sie in mindestens zwei völlig getrennte Stücke zerfallen scheint. Erinnern wir uns aber, daß nicht bei allen Koniferen die Ovula einer Blüte durch eine gemeinsame Schuppe verbunden sind, daß z. B. *Cunninghamia sinensis* drei Ovula und ebensoviele getrennte Cristen in der Achsel desselben Deckblattes besitzt (Textfig. 23 und 24), so ist wohl die Vorstellung berechtigt, es könne bei durchwachsenen Zapfen dazu kommen, daß jedes der beiden Lärchenovula seine besondere Achsenwucherung ausbildet, sowie auch daß alle Übergangsstadien auftreten, von völliger Vereinigung bis zu völliger Spaltung der Fruchtschuppe.

In den durchwachsenen Zapfen fanden wir auch Blüten mit aufrechten Samenanlagen (Textfig. 2). Bei diesen sehen wir die Achsenwucherung nicht nur auf der Außenseite der Blüte entstehen, sondern auch auf der Rhachisseite; dadurch erscheint die Fruchtschuppe nicht mehr konkav ausgehöhlt,

sondern völlig eben. Hand in Hand mit dieser Abflachung geht die Aufrichtung der Samenanlagen, welche bei dem normalen einseitigen Wachstum der discoiden Bildung umgewendet werden. Gleichzeitig sehen wir die Blütenachse im Innern der Fruchtschuppe fortwachsen, ihr Vegetationskegel tritt dann häufig als Knospe oberhalb der Fruchtschuppenmitte zutage; auch beobachten wir mehrere Samenanlagen übereinander, die — mit Ausnahme der untersten — gänzlich vom Gewebe der Achsenwucherung umwallt sind: ein Beweis, daß am selbständig entwickelten, vegetativ gewordenen, beblätterten Blütensproß nicht — wie bisher meist behauptet wurde — das



Textfig. 23.

Textfig. 24.

Textfig. 23 und 24. *Cunninghamia sinensis*, Deckschuppe mit drei Fruchtschuppen und drei Samen von innen, Fig. 23 vor, Fig. 24 nach Ablösung der Samen; *D* = Deckschuppe, *F* = Fruchtschuppe, *S* = Samen. Nach v. Wettstein.

unterste Blattpaar allein fertil werden kann, sondern daß jedes Blättchen imstande ist, eine Samenanlage zu liefern.

Fragen wir uns nun nach den Beziehungen zwischen den Gebilden des durchwachsenen und des normalen Zapfens, so scheint die Erklärung für den Umstand, daß jeder Blütensproß nur zwei Samenanlagen ausbildet, in der Tendenz zu liegen, die Zahl der Ovula zu reduzieren, eine Tendenz, die wir bei den Gymnospermen von *Cycas* bis zu den Abietineen konstant verfolgen können. Die Achsenwucherung entstand sekundär — vielleicht als Schutzorgan — und war daher nur auf der Außenseite benötigt, was wieder die Umwendung der Eichen bedingte. Die Reservestoffanhäufung sowie das reichlich ent-

wickelte Phloem scheinen der Fruchtschuppe eine Funktion bei der Samenreife zuzuweisen.

Untersuchen wir nun noch die Infloreszenz des Zapfens der *Larix*, so folgt aus der Beobachtung der acropetalen Aufblühfolge (Strasburger nennt diese irrtümlicherweise basipetal) sowie dem Fehlen der Endblüte, daß wir es mit einer razemösen Traube oder Ähre zu tun haben. Eben dieses Fehlen der Endblüte macht uns die häufige Durchwachsung der Achse erklärlich.

Zusammenfassung.

Der weibliche Zapfen der *Larix decidua* Mill. ist eine razemöse Infloreszenz.

Die Einzelblüte besteht aus einer Blütenachse, welche mit dem Blattkissen der Deckschuppe, ihres Tragblattes, in Rekauleszenz verwachsen, senkrecht zur Rhachis orientiert ist und rechts sowie links je eine Samenanlage trägt.

Die Crista der Fruchtschuppe stellt eine einseitig entwickelte Wucherung der Blütenachse dar.

Historisches.

Werfen wir einen Rückblick auf die verschiedenen Deutungen der Koniferenblüte, so sehen wir, daß alle nur erdenklichen Kombinationen auftreten. Wenn wir diese übersichtlich ordnen, finden wir folgende Auffassungen:[1]

1. Die Deckschuppe als äußere Cupula, die Fruchtschuppe als Perianth (Mirbel, 1812, Annales du mus. d'histoire nat., XVI, p. 240–253; Achille Richard, 1826, Mém. sur les Conif. et les Cyc., opus posthumus edidit A. Richard, 1826);

2. die Deckschuppe als Perianth, die Fruchtschuppe als blattartigen Carpophor (Heinzel, Nov. act. acad. Leopold. Carol., N. Cur., Bd. XXI, 1845, p. 203);

3. die Deckschuppe als Perianth, die Samenhülle als Pistill, die dazwischen stehende Fruchtschuppe als Discus (Murray,

[1] Die Daten, auf welche sich die folgende Zusammenstellung stützt, sind größtenteils Straßburger »Die Koniferen und Gnetaceen«, Jena 1872 entnommen.

On the Homologies of the male et female flowers of Conifers, Ann. et Magazine of nat. history, Vol. XVIII, Third series, London 1866, p. 212);

4. die Deckschuppe als offenes Carpell, die Fruchtschuppe ein Dedoublement (Brogniart im Dictionnaire universel d'histoire nat. von Orbigni, 1845, p. 178);

5. die Deckschuppe als offenes Carpellblatt, die Fruchtschuppe als Axillarknospe desselben, als flacher Zweig, der die Samenknospen trägt (Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, IV. Aufl., p. 496, Gottsche, Botanische Zeitung, 1845, Nr. 22 u. f., Schacht, Lehrbuch, 1859, Dickson, Adansonia, Bd. II, p. 65);

6. die Deckschuppe als offenes Carpellblatt, die Fruchtschuppe als eine Exkreszenz desselben, als eine mächtig entwickelte Placenta (Sachs, Handbuch, 1868, p. 412 u. f., Eichler, Über die weibliche Blüte der Koniferen, 1881, Über Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen, 1882);

7. die Deckschuppe als offenes Carpellblatt, und zwar als dessen mittelster steriler Teil, die Fruchtschuppe aus den beiden seitlichen, fertilen Abschnitten desselben entstanden, ist also als Placenta dem sterilen Mittelteil, der Deckschuppe nämlich, opponiert (Delpino, Valore morphologico della squama ovuligera delle Abietinee e di altre Conifere, Malpighia, 1889, Penzig, Pflanzenteratologie, 1894, II. Bd., p. 485).

In allen anderen Fällen wurde die Deckschuppe als Bractee betrachtet und die Fruchtschuppe galt

8. als zweifächeriges Ovarium (Tristan, Mém. sur le genre Pinus, Ann. du mus. d'hist. nat., XVI, p. 240);

9. als offenes Carpell (R. Brown, Vom Bau der weiblichen Blüten bei den Cycadeen und Koniferen in Vermischte Schriften, Bd. IV, p. 103, Nees v. Esenbeck, Genera plantarum florae germanicae, fasc. I., Coniferae, 1833, Endlicher, Genera plantarum, 1836, 1837, Cycadeae, p. 70, Coniferae, p. 258, Blume, Rumphia, 1847, III. Bd., p. 208, David Don, Transactions of Linn. soc., XVIII, 1839, p. 163);

10. als abgeflachte Achse, der die Blüten inseriert sind (Baillon, Neue Untersuchungen über die weibliche Blüte der

Koniferen, 1864, Adansonia, Bd. V, p. 1, Payer, Rapport sur un memoire de Mr. Baillon, Adansonia, Bd. I, p. 17);

11. als zweiblütige Infloreszenz ohne Vorblätter mit schuppenartiger Entwicklung des die Eichen tragenden axilen Teiles (Strasburger, Koniferen und Gnetaceen, 1872, p. 231);

12. als Axillarknospe, die in Fruchtblätter und Eichen verwandelt ist (Henri, Nova Acta Ac. Leop. Carol., Bd. XIX, 1839, p. 87);

13. als Axillarknospe, die aus zwei untereinander und mit der Achse verwachsenen Blättern besteht (Eichler, Flora brasiliensis von Martius, 1863, XXXIV. Heft, p. 435 [später änderte er seine Ansicht, siehe 6]. Willkomm, Zur Morphologie der samentragenden Schuppe des Abietineenzapfens, Nova Acta Ac. Leop. Carol., N. C., Bd. XLI, P. II, N. 5, p. 11, 19);

14. als ein achselständiger Blütensproß mit verbreiterten und erhärteten Blättern und Bracteolen, die mehr oder weniger untereinander, mit der Bractee und den weiblichen Blüten verschmolzen sind (Parlatore, Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere, Firenze, 1864);

15. als erstes und einziges Blatt eines Achselproduktes, das nach der Bildung dieses Blattes erlischt; die Fruchtschuppe ist also ein offenes Carpellblatt, auf dessen Rückseite die Eichen sitzen, es kehrt der Rhachis die Unterseite zu (Van Tieghem, Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnetacées, Ann. de science nat., V. série, T. X, 1869);

16. als die Vereinigung der zwei ersten Blätter eines Achselproduktes, welche mit den der Bractee zugekehrten Rändern verwachsen sind, daher die Eichen auf der morphologischen Oberseite sitzen (Alexander Braun, Individuum der Pflanzen, 1853, p. 65, Caspary, De abietinarum floris femineis structura morphologica, Disc., April 1861);

17. als die Vereinigung der zwei ersten Blätter eines Achselsprosses, welche mit den der Rhachis zugekehrten Rändern verwachsen sind, daher sie ihre Oberseite dem Deckblatt zukehren und die Eichen auf der Unterseite tragen (Alexander Braun, Verhandlungen des Straßburger Kongresses,

1842, abgedruckt in Braun's Leben von Mettenius, 1884, p. 7, 8, 14, 16, 19 [später änderte er seine Ansicht, siehe 16], H. v. Mohl, Morphologische Betrachtung der Blätter von *Sciadopitys*, Bot. Zeitschr. 1871, Nr. 1 und 2, Oersted, Videnskabelig Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn, No. 1—2 for Aaret 1864, Velenovsky, Zur Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen, Regensburger Flora 1888, p. 516, Einige Bemerkungen zur Morphologie der Gymnospermen, Beihefte zum Bot. Zentralblatt, XIV, 1903, Noll, Über den Aufbau des Abietineenzapfens, Bonn, Sitzungsberichte 21, V, 1894, p. 19, 22, 23, Engelmann, Flowers of Conifers I. in Amer. Journ. of Science, III. ser., Vol. XXIII, Jan.—Juni 1882, p. 418 u. f., Stenzel, Abweichende Blüten heimischer Orchideen mit einem Rückblick auf die der Abietineen, Bibl. bot. Heft 55, 1902);

18. aus drei verschmolzenen Sproßgliedern und ebensovielen Blättern bestehender einfacher Blütensproß mit begrenztem Wachstum; von den drei Blättern sind zwei laterale fertile Carpiden, die zur Fruchtschuppencrista verschmolzen sind, während das dritte mittlere Blatt — der mittlere Höcker der Anlage — entweder verkümmert oder, mit den zwei anderen fertilen Carpiden verschmolzen, den Kiel und Mucro (bei *Pinus*) bildet (Čelakovský, Die Gymnospermen, 1890, p. 36).

Benützte Literatur.

Čelakovský L., Die Gymnospermen. Abhandl. d. königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch., VII. Folge, 4. Bd.

Eichler A. W., Über die weiblichen Blüten der Koniferen. Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin v. Nov. 1881.

Über Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1882.

Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes.

Himmelbaur W., Die Mikropylenverschlüsse der Gymnospermen mit besonderer Berücksichtigung desjenigen von *Larix decidua*. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1908.

Kirchner, Loew und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart 1904.

Penzig O., Pflanzenteratologie. II. Bd., Genua 1904.

Porsch O., Über einige neuere phylogenetisch bemerkenswerte Ergebnisse der Gametophytenforschung der Gymnospermen. Festschrift d. Naturwissenschaftl. Vereines d. Univ. Wien, 1907.

Schumann C., Anatomische Studien über die Knospenschuppen der Koniferen. Cassel 1889.

Stenzel K. G. W., Abweichende Blüten heimischer Orchideen mit einem Rückblick auf die Koniferen. Bibliotheca Botanica, Heft 55.

Strasburger, Die Koniferen und die Gnetaceen. Jena 1872.

Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879.

Tubeuf C. v., Die Haarbildungen der Koniferen. Forstlich-naturwissensch. Zeitschr., Bd. 5, 1896.

Velenovsky, Zur Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen. Regensburger Flora, 1888.

Einige Bemerkungen zur Morphologie der Gymnospermen. Beihefte z. Bot. Zentralblatt, XIV, 1903.

Wettstein R. v., Handbuch der system. Botanik.

Die weibliche Blüte von *Ginkgo*. Österr. bot. Zeitschr., 1899, Nr. 12.

Figurenerklärung (vergl. Taf.).

A bedeutet stets die Durchschnittstelle des Stiels, *N* = die Narbe des Deckblattes.

Fig. 1. Reife Fruchtschuppe von der Seite und innen gesehen (normale Schuppe).

Fig. 2. Junge Fruchtschuppe, unmittelbar nach dem Verschluß der Mikropyle, mit eingerolltem Integument (normale Schuppe).

Fig. 3. Verlaubte Nadel aus der oberen Region des durchwachsenen Zapfens.

Fig. 4, 5, 6, 7, 8. Die fünf obersten Fruchtschuppen in einem durchwachsenen Zapfen; sie zeigen den Übergang von normal gelegenen zu aufrechten Samenanlagen.

Fig. 9. Fruchtschuppe mit aufrechten Samenanlagen.

Fig. 10 und 11. Zwei Fruchtschuppen mit Knospe in der Mitte, links aufrechte, rechts normale Samenanlagen.

Fig. 12. Fruchtschuppe mit Vegetationskegel median.

Fig. 13. Deckschuppe ohne Blüte.

Fig. 14. Beblätterter Sproß ohne Fruchtschuppe.

Fig. 15. Beblätterter Sproß mit Fruchtschuppe von der Rhachis gesehen.

Fig. 16. Dasselbe von außen betrachtet.

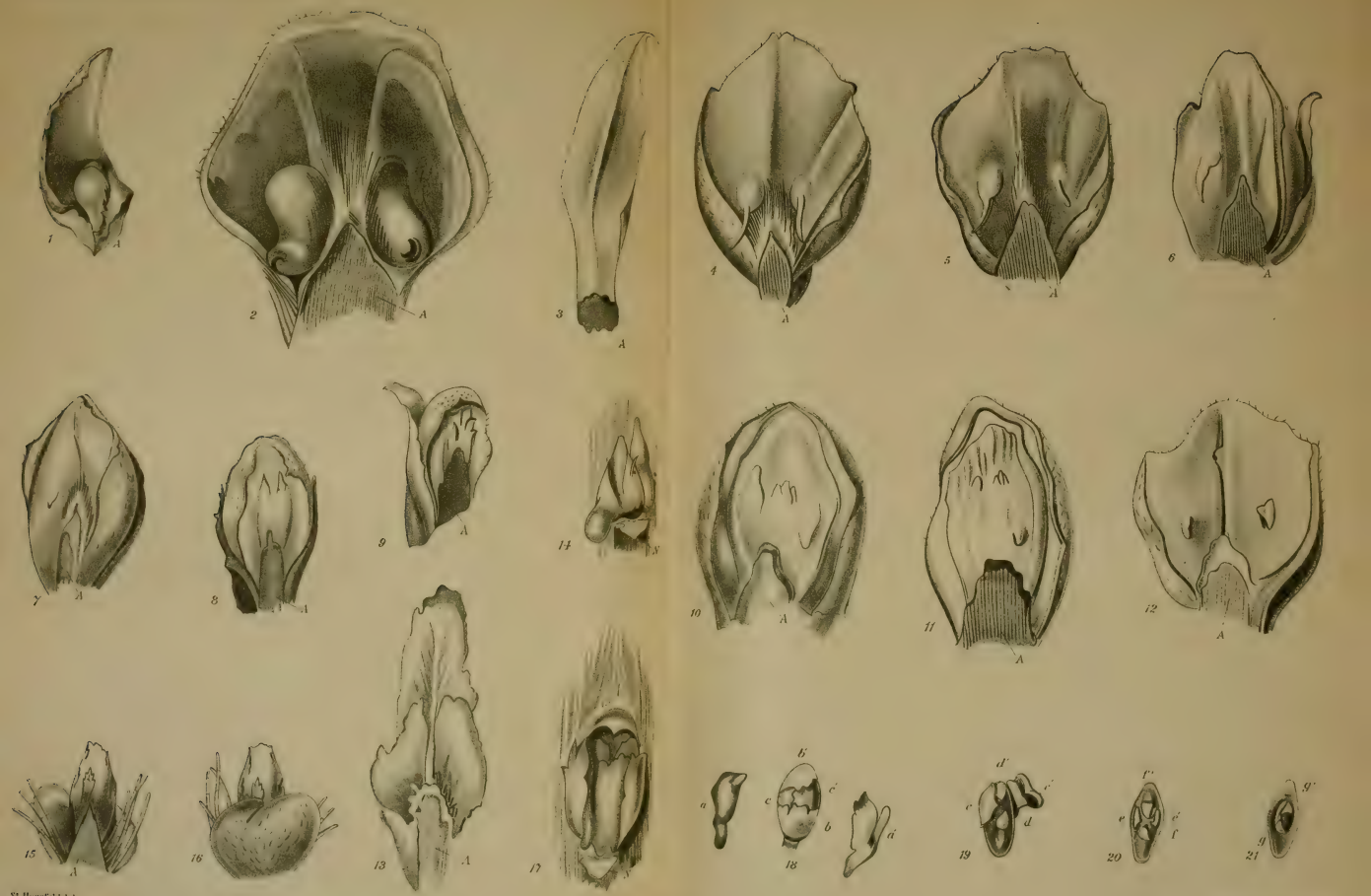
Fig. 17. Übergangsknospe.

Fig. 18. Eine solche Knospe im Anfangsstadium der Zerlegung; die Vorblätter *aa'* zu beiden Seiten lösgelöst, es werden die Blattpaare *bb'* und *cc'* sichtbar.

Fig. 19. Nach Ablösung von *bb'* erscheinen *cc'* und *dd'* dekussiert.

Fig. 20. Nach deren Loslösung sind *ee'* und *ff'* in Gegenstellung sichtbar.

Fig. 21. Nach deren Entfernung bleiben zwei Blättchen *gg'*, etwas schief zur Achse, über dem schwach konkav vertieften Achsenende sitzen.



St. Herzfeld del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Zur Morphologie der Fruchtschuppe von Larix decidua Mill.

von

Stephanie Herzfeld.

Aus dem botanischen Institut der k. k. Universität in Wien.

(Mit 24 Textfiguren und 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Juli 1909.)

Einleitung.

Die Frage nach der Morphologie der Abietineen-Fruchtschuppe ist eine alte; viele der bedeutendsten Botaniker bemühten sich, sie zu lösen, und meist wurde als Ausgangspunkt für ihre Beantwortung der durchwachsene Zapfen gewählt. Wenn nun abermals ein solcher Versuch gemacht wird, die Bedeutung der Fruchtschuppe klarzustellen, möge dies aus folgenden Gründen gestattet sein: es haben sich in jüngster Zeit neue Standpunkte der phylogenetischen Forschung ergeben, auch wurden die Untersuchungsmethoden, vor allem die Mikrotomtechnik, bedeutend verbessert und letztere in solchen Fällen herangezogen, die früher für derartige Behandlung ausgeschlossen schienen.

Methode der Untersuchung.

Zuerst wurde der normale Zapfen von *Larix decidua* Mill. mit seinen Fruchtschuppen aufs genaueste untersucht. Dann zog man durchwachsene Zapfen in den Kreis der Betrachtung. Die einzelnen Schuppen wurden, von unten nach oben fortschreitend, abgetrennt, diejenigen unter ihnen, welche Bildungsabweichungen zeigten, wurden mit Hilfe des Binokular-

mikroskops beobachtet und gezeichnet, dann eingebettet und geschnitten. Die Achselprodukte in der Übergangsregion sowie die weiter oben stehenden Knospen konnten nur unter dem Binokular abgelöst werden; dann wurden auch sie eingebettet und geschnitten. Die Fruchtschuppen sowie die Knospen setzten der Mikrotomtechnik große Schwierigkeiten entgegen, auch wollten die Schnitte nicht recht kleben. Hingegen gelang es nach einiger Übung, von den Knospen die mikroskopisch kleinen Blättchen abzutrennen und ihre Stellungsverhältnisse zu bestimmen. Da auf manche Fragen nur der Gefäßbündelverlauf Antwort geben konnte, wurden normale, jugendliche Zapfen der Länge nach halbiert und von ihnen Serienschnitte gemacht.

Die normale Fruchtschuppe.

Wenn auch selbstverständlich vorausgesetzt werden kann, daß der Bau von normalen Fruchtschuppen der *Larix* wohlbekannt ist, dürfte es doch nötig sein, auf einige Details aufmerksam zu machen. Hiezu mögen die Tafelfig. 1 und 2 dienen, welche eine reife Fruchtschuppe in der Seitenansicht und eine jüngere von innen gesehen zeigen. Vor allem erscheint der Stiel als wichtig, der senkrecht zur Rhachis des ganzen Zapfens orientiert ist und der Deck- wie der Fruchtschuppe gemeinsam angehört. In der jugendlichen Fruchtschuppe (Fig. 2) mißt er nicht ganz $^1/_2$ *mm* bis zur Trennungsstelle von Deck- und Fruchtschuppe, ist jedoch anderthalbmal so hoch; später streckt er sich in die Länge; er verläuft gekielt in die Fruchtschuppe (Fig. 1). Diese letztere ist stark konkav gegen die Achse gewölbt und hat etwa die dreifache Breite wie ihr Stiel, in den sie sich plötzlich verschmälert.

Auffällig ist die starke Haarbildung an der Stelle, wo der Stiel in die Fruchtschuppe übergeht, sowie an jenen Partien der Rhachis, welche unmittelbar unter der Mikropyle der Samenanlage sich befinden. Fig. 2 zeigt diese Haarbildung auf einer Fruchtschuppe, bei deren Samenanlagen eben Mikropylenverschluß eingetreten ist, daher das Integument nach einwärts gerollt ist. Die kurzen Haare am Rande und auf der Außenseite der Fruchtschuppe sind bekannt.

Der durchwachsene Zapfen.

Es lassen sich mehrere Haupttypen von durchwachsenen Zapfen beobachten; zunächst solche, die sich nur dadurch von den normalen unterscheiden, daß ihre Rhachis sich übermäßig verlängerte. Sie ist oberhalb des eigentlichen Zapfens wieder mit ganz normalen Langtriebnadeln besetzt, in deren Achseln gewöhnliche Kurztriebknospen sitzen; besonders verbildete Fruchtschuppen sind in solchen Fällen nicht zu finden.

Interessanter gestalten sich die Untersuchungen, wenn die Durchwachsung auch in den Nebenachsen des Zapfens stattfindet, so daß die Knospen sich zu mehr oder weniger beblätterten kleinen Zweigen entwickeln. Solche Gebilde wurden an *Pinus*- und *Abies*-Arten oft, sehr selten an *Larix* beobachtet und es kann als ein besonderer Glücksfall betrachtet werden, daß derartige Exemplare zu Gebote standen. Textfig. 1 zeigt einen solchen Zapfen. Die Rhachis ist mit Nadeln besetzt, welche deutlich verlaubt sind; in ihren Achseln sitzen auffällig große und veränderte Knospen.

Wir können an den untersuchten Fruchtzapfen, wenn wir von dem basalen Teil absehen, drei Zonen unterscheiden: erstens die Region des eigentlichen Zapfens, zweitens eine Übergangsregion, drittens die rein vegetativ scheinende Zone (in der Textfig. 1 mit *a*, *b* und *c* bezeichnet).

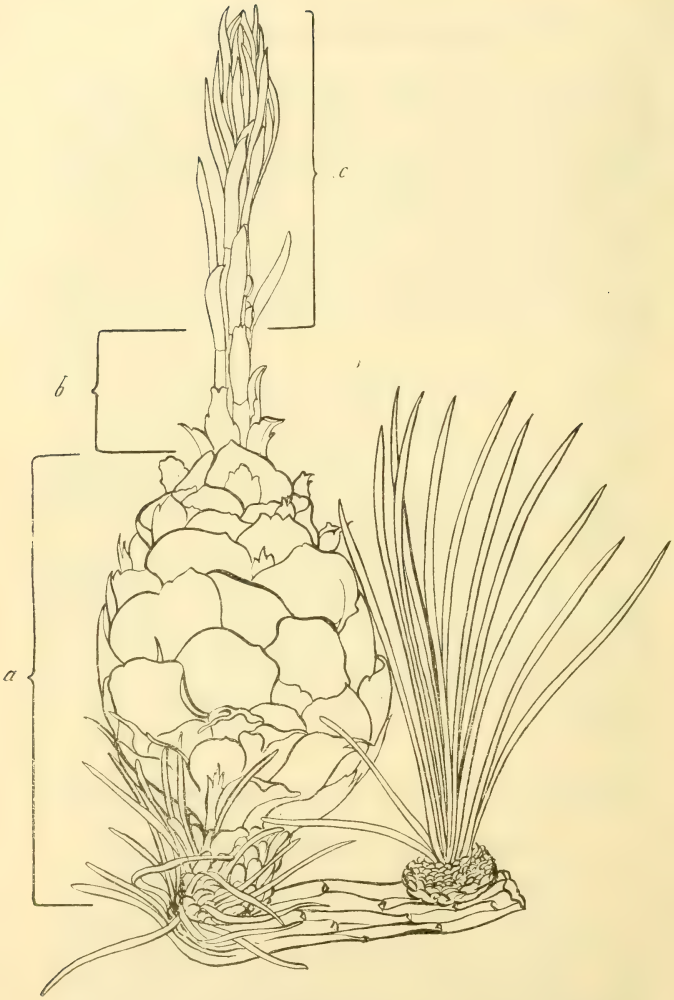
Wir wollen die Funde in diesen Partien gesondert betrachten.

Beachtenswerte Funde an durchwachsenen Zapfen.

I. Funde im Gebiet des eigentlichen Zapfens.

a) Fruchtschuppen mit aufrechten Samenanlagen.

Je höher die Fruchtschuppen am Zapfen inseriert sind, desto auffälliger erscheint ihre Bildung. Die Tafelfig. 4, 5, 6, 7 und 8 zeigen eine Aufeinanderfolge der letzten Fruchtschuppen eines Zapfens; sie werden dicker, indem sie an der Außenseite sich immer stärker konvex krümmen, die obersten sind fast



Textfig. 1.

Durchwachsener Zapfen. *a)* Region des eigentlichen Zapfens, *b)* Übergangsregion, *c)* vegetativ scheinende Zone.

halbkugelig gewölbt; an der Innenseite verschwindet die Konkavität mehr und mehr, bis diese völlig zur Ebene geworden ist; gleichzeitig beobachten wir, daß die Samenanlagen tiefer in das Gewebe der Fruchtschuppe eingebettet erscheinen, so daß schließlich nur mehr ihre Mikropyle sichtbar bleibt (Tafelfig. 7, 12). Auch die Stellung der Ovula ändert sich; während das normale Eichen schräg nach außen und abwärts gelagert ist (Tafelfig. 2), sehen wir bei zunehmender Verbildung die Längsachse desselben allmählich eine Wendung gegen die Mediane derart ausführen, daß die Ovula, indem sie sich aus der Ebene der Fruchtschuppe erheben, schließlich ganz rechtwinkelig auf ihre Unterlage orientiert sind (Tafelfig. 12); bei Fortsetzung der Drehung ist eine völlige Aufrichtung der Samenanlagen zu beobachten (Tafelfig. 8 und 9). Bei allen untersuchten Zapfen fand sich zu oberst eine Schuppe mit solchen aufrechten Ovula, wenn auch manchmal die Umwendung nur einseitig erfolgt war (Tafelfig. 10, 11). Es wurden nun Mikrotomschnitte durch solche Schuppen gemacht; der zur Zapfenachse radiale Längsschnitt lieferte das überraschende Ergebnis (Textfig. 2), daß mehrere Samenanlagen mit deutlichem Integument und Nucellus (ohne Gametophyt) übereinander standen, von denen nur die unterste — in diesem Schnitt nicht getroffene — auch äußerlich sichtbar hervortrat; die anderen waren gänzlich im Gewebe der Fruchtschuppe versenkt.

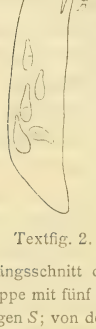
b) Fruchtschuppen mit Knospenbildung.

Mehrfach konnten auch an den obersten Fruchtschuppen Knospenbildungen beobachtet werden (Fig. 10, 11 und 12). Diese saßen stets beiläufig im obersten Drittel der Mediane. Fig. 12 zeigt den einfachsten Fall: wir sehen an der eben bezeichneten Stelle eine auffällige Anschwellung, die an einen Vegetationskegel erinnert. Die Knospen der Schuppen Fig. 10 und 11 besitzen je zwei Blättchen, von denen eines deutlich an der Rhachisseite der Knospe inseriert ist, während das andere auf der entgegengesetzten Seite sitzt und sich zwischen Knospe und Fruchtschuppe hervorzwängt.

II. Funde in der Übergangsregion.

a) Deckschuppen ohne Achselprodukt.

Oberhalb des eigentlichen Zapfens finden wir ebensolche Deckschuppen, wie sie hinter den letzten Fruchtschuppen saßen, aber ohne jedes Achselprodukt (Fig. 13). Sie fallen durch ihre Größe sowie die starke Verlaubung und Skulptur der Oberseite auf, so daß man sich anfangs versucht fühlte, an eine Blättchenbildung zu glauben. Sie besitzen merkwürdigerweise keinen Stiel, sitzen daher direkt mit fast herzförmiger Basis der Rhachis auf, an welcher das Blattkissen dieser Deckschuppen breit herunterläuft. Es konnten meist vier solcher laubartiger Bracteen ohne Fruchtschuppen oberhalb jedes Zapfens gezählt werden; sie saßen dekussiert an der Achse.



Textfig. 2.

Radialer Längsschnitt durch eine Fruchtschuppe mit fünf aufrechten Samenanlagen *S*; von der Knospe, welche die durchwachsende Achse abschließt, ist das Blättchen *B* sichtbar. Schwach schematisiert.

b) Verlaubte Nadeln mit Achselprodukten.

α) Beblätterter Sproß ohne Fruchtschuppe.

Die nächsten Deckschuppen zeigten bereits Übergänge zum Nadeltypus (Tafelfig. 3); sie bleiben ungestielt, verlieren aber ein wenig von der auffälligen Breite und werden ganzrandig; sie gleichen nun einer verbreiterten, also noch immer verlaubten Nadel. In der Achsel solcher Nadeln saßen auffällige Gebilde, deren eines Fig. 14 darstellt. Die Zeichenebene ist als Oberfläche der Rhachis zu denken; an der Basis des Achselproduktes befindet sich die Narbe *(N)* des Tragblattes.

Wir sehen einen sproßähnlichen Teil, der an seiner Rhachisseite fast gänzlich mit der Zapfenachse verwachsen ist; rechts und links ist je ein Blatt inseriert, das den Sproß halb umfaßt und deren eines auf dem Rücken eine blasige Auf-

treibung trägt. Oberhalb dieser beiden lateralen Blätter sitzt der Außenseite ein drittes Blatt auf, dessen Gegenüber durch die innige Vereinigung von Sproß und Zapfenachse verkümmern mußte. Dieses dritte Blatt ist fast gänzlich mit dem Sproß verwachsen; es trägt auf seinem Rücken ein mehrzelliges Trichom.

Es wurden nun Mikrotomschnitte quer durch dieses etwa $^1/_2$ *mm* lange Gebilde geführt. Aus diesen ergab sich, daß die Stellung der Blätter tatsächlich dekussiert genannt werden kann, wenn wir das auf der Rhachisseite fehlende Blatt ergänzend eintragen. Zur Erläuterung dient die Textfig. 3, in der die Querlinien die Höhe angeben, in welcher die Schnitte 3*a*, 3*b* und 3*c* liegen; hiezu gehört auch das Diagramm Textfig. 4, in welchem die punktierte Linie das fehlende Blatt bezeichnet. Die Schnitte zeigten die blasige Auftreibung auf dem Rücken des linken Blättchens von normalem, parenchymatischem Gewebe erfüllt; es fehlt jede Andeutung einer Samenanlage.

β) Beblätterter Sproß mit Fruchtschuppe.

Die merkwürdigste Bildung wies jenes Achselprodukt, welches in Tafelfig. 15 und Textfig. 5 von der Rhachisseite gesehen, in Tafelfig. 16 und Textfig. 6 von der Deckblattseite betrachtet erscheint.

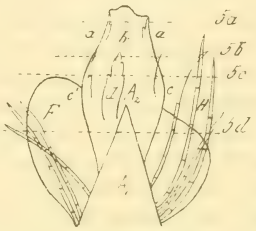
Wir beobachten diesmal ein völlig frei in der Achsel einer verlaubten Nadel stehendes Sproßgebilde; an diesem sitzen eine Reihe von Blättchen, welche gezähnt sind, also die Form der Jugendblätter an Koniferen haben. Die Blattpaare *a a'* und *c c'* sitzen lateral, das Blättchen *d* auf der Rhachisseite, *d'* ihm opponiert, beide tiefer als das Blattpaar *c c'*; die Querschnitte Textfig. 5*a* beweisen das Vorhandensein eines zweiten medianen Blattpaares, genau über *d d'*, in der Höhe zwischen *a a'* und *c c'* eingefügt; da es mit dem Binokular nicht zu differenzieren war, wurde es in die Textfig. 5 und 6 nur punktiert als *b b'* eingetragen.

Zu unterst, an jener Stelle, wo ein drittes laterales Blattpaar, also ein Vorblattpaar, zu erwarten war, sehen wir auf der Deckblattseite des Sprosses ein Gebilde, das durch Farbe und Form auffällig an eine Fruchtschuppe erinnert; es umwallt den

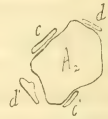
Sproß im Bogen, ist außen konvex, reich behaart und am oberen Rand ein wenig geteilt, auf der Rhachisseite konkav; an der relativen Hauptachse, also Zapfenachse, sitzen mehrzellige Trichome. Die Querschnitte Textfig. 5*a*, 5*b*, 5*c*, 5*d* liegen in der Höhe der Querlinien *a*, *b*, *c* und *d* der Textfig. 5 und 6; sie bestätigen die streng dekussierte Stellung der Blätter

Textfig. 5*a*.

Textfig. 5*b*.

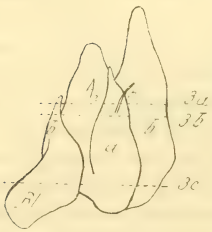


Textfig. 5.

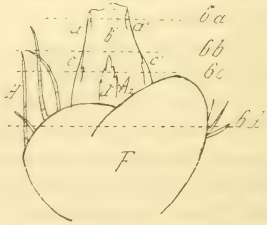


Textfig. 5*c*.

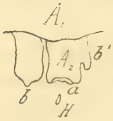
Textfig. 5*d*.



Textfig. 3.

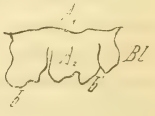


Textfig. 6.

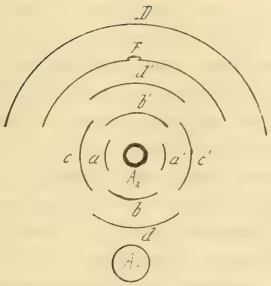


Textfig. 3*a*.

Textfig. 3*b*.



Textfig. 3*c*.



Textfig. 7.

Textfig. 4.

Textfig. 3 bis 7.

In allen Figuren bedeutet A_1 = Hauptachse, A_2 = Nebenachse, D = Deckblatt, F = Fruchtschuppe, H = Haar, Bl = blasige Auftreibung. Fig. 3: Beblätterter Sproß ohne Fruchtschuppe. Fig. 3*a*, 3*b*, 3*c*: Mikrotomschnitte hievon. Fig. 4: Diagramm desselben. Fig. 5 und 6: Beblätterter Sproß mit Fruchtschuppe. Fig. 5*a*, 5*b*, 5*c*, 5*d*: Mikrotomschnitte hievon. Fig. 7: Diagramm desselben. Nähere Erklärung im Text.

und bilden die Basis für die Konstruktion des Diagramms Textfig. 7. Der Querschnitt 5*d* gleicht der typischen Form eines Fruchtschuppendurchschnittes unmittelbar oberhalb der Samenanlagen (vergl. Textfig. 21); von letzteren konnte nichts beobachtet werden.

III. Funde in der vegetativ scheinenden Region.

a) Knospen, welche von der normalen Form abweichen.

Zunächst waren in der Achsel von schwach verlaubten Nadeln eine Reihe von Knospen zu beobachten, die nur in wenigen Eigenheiten an normale vegetative Knospen erinnerten. Sie saßen zwar wie diese mit einer elliptischen Basis auf der Rhachis auf; sie hatten wie diese ihre Achse senkrecht zur Rhachis orientiert und wölbten sich ebenso schwach ellipsoidisch nach aufwärts; hier endet aber auch schon die Übereinstimmung. Tafelfig. 17 zeigt eine solche Knospe vor ihrer Zerlegung; sie hat die bemerkenswerte Größe von fast

1 *mm*. Das laterale Vorblattpaar ist sehr auffallend; es hat die purpurrote Farbe der jugendlichen Fruchtschuppen einer *Larix*, zeigt in der Mitte einen nadelähnlichen Auswuchs *(N)* und an seiner Basis auf der Rückseite je einen Höcker *(B)*, der bei oberflächlicher Betrachtung wohl an eine Samenanlage erinnert; Mikrotomschnitte ergaben, daß dieser Höcker von ganz normalem, parenchymatischem Gewebe erfüllt war (Textfig. 8).

Die Tafelfig. 18, 19, 20 und 21 zeigen eine solche Knospe in verschiedenen Stadien der Zerlegung. In Fig. 18 sind die beiden lateralen Vorblätter aa' rechts und links abgelöst; unter ihnen werden, senkrecht zum ersten Paar orientiert, die einander gegenüber stehenden Blättchen bb', darunter cc' sichtbar. Nachdem auch bb' entfernt worden, erscheinen in Fig. 19 die dekussierten Blattpaare cc' und dd'; ebenso nach deren Abtrennung in Fig. 20 die Paare ee' und ff'; schließlich bleiben in Fig. 21 noch zwei Blättchen g und g', die sich über das schwach konkav vertiefte Achsenende der Knospe wölben.

Textfig. 8.

Querschnitt durch ein Vorblatt einer Knospe; *N* nadelähnlicher Auswuchs, *B* Höcker, von parenchymatischem Gewebe erfüllt.

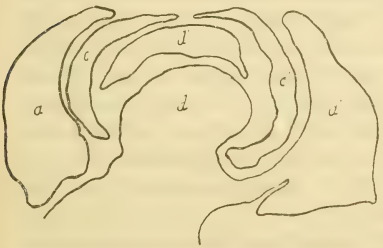
An der eben geschilderten Knospe wurden 14 Blättchen gezählt, doch finden sich auch solche mit 12 oder 8, in selteneren Fällen mit mehr als 14 Blättern. Textfig. 10 bedeutet das Diagramm dieser Knospe, Textfig. 9 einen Mikrotomschnitt, der parallel zur Zapfenachse, also quer durch die Knospe ging.

b) Normale vegetative Gipfelknospe.

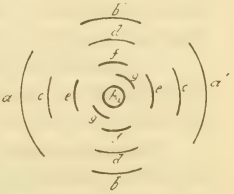
Am Gipfel der Rhachis stand stets eine normale vegetative Knospe mit dem bekannten Übergang der Nadeln in Tegmente, mit schraubiger Anordnung der Knospenschuppen, mit der Anlage von zahlreichen Nadeln im Innern sowie mit einem schwach konvexen Achsenende.

Deutung.

Die Gipfelknospe verhält sich ganz normal wie jede andere Gipfelknospe an Langtrieben; die tiefer unten stehenden Knospen hingegen zeigen, wie bereits hervorgehoben, merkwürdige Abweichungen vom normalen Typus; die purpurrote Farbe des Vorblattpaares, welche an die normale Fruchtschuppenfarbe erinnert, die dekussierte Stellung der Blätter, das Fehlen der Nadelanlagen im Innern und die — wenn auch schwache — Konkavität des Achsenendes deuten darauf hin, daß diese Gebilde nicht dazu bestimmt sind, einen normalen Zweigtrieb zu bilden. Wir verstehen diese so sehr veränderten



Textfig. 9.



Textfig. 10.

Fig. 9: Querschnitt durch eine Knospe mit dekussierter Blattstellung; *aa'*, *cc'*, *dd'* opponierte Blättchen, von denen *d* im Oberflächenschnitt erscheint; *bb'* liegt nicht im Schnitt. Fig. 10: Diagramm zur Tafelfig. 18, 19, 20, 21.

Knospen, wenn wir die Achselprodukte in der Übergangszone betrachten. Zunächst das eine, Tafelfig. 14, welches noch an der Rhachisseite teilweise mit der Hauptachse verwachsen ist und dadurch einer vegetativen Knospe ähnelt; doch hat sich hier die Achse zweiter Ordnung bereits selbständig entwickelt und parallel zur Rhachis orientiert; sie besitzt zwei dekussierte Blattpaare — das rhachissichtige Blatt des oberen Paares ist infolge der Verwachsung mit der Zapfenachse verkümmert.

Dieses Achselprodukt leitet zu jenem mit ganz freiem Sproß hinüber (Tafelfig. 15 und 16), an welchem wir vier dekussierte Blattpaare deutlich sehen. An Stelle des fünften

untersten Blattpaares steht ein der normalen Fruchtschuppe ähnliches Gebilde. Die Anordnung der Blätter entspricht jener der scheinbar vegetativen Knospen, doch sind die Internodien nicht verkürzt wie bei jenen.

Wir können sowohl die zuerst erwähnten Knospen sowie diese Achselprodukte infolge der dekussierten Blattstellung nicht als vegetative Zweige oder Zweiganlagen deuten; es bleibt uns daher nur die Möglichkeit, sie als Übergangsgebilde zu Blüten anzusehen, deren Fruchtblätter nicht fertil sind.

In all diesen Fällen besitzt das unterste Blattpaar eine Ausnahmsstellung; es sitzt transversal zu einer Ebene, welche durch die Hauptachse und die Mediane des Deckblattes gelegt wird; dieses transversal gestellte Vorblattpaar wird bei den Knospen noch markanter durch die purpurrote Färbung. Es fehlt beim zuletzt beschriebenen Achselprodukt und an seiner Stelle erscheint dort ein der Fruchtschuppe analoges Gebilde.

Wir können daraus wohl schließen, daß auch die normale Fruchtschuppe sich an der Stelle des ersten Vorblattpaares befindet; ist sie deshalb aber selbst als Blatt aufzufassen?

Um diese Frage zu lösen, wurden Serienschnitte durch den normalen Zapfen geführt.

Es wurden hiezu noch jugendliche Zapfen genommen; wir finden bei manchen Ovula eben Mikropylenverschluß eingetreten, was nach Himmelbaur (»Die Mikropylenverschlüsse der Gymnospermen mit besonderer Berücksichtigung desjenigen von *Larix decidua* Mill.«) zirka zwei Wochen nach der Bestäubung stattfindet. Zuerst machten wir Längsschnitte diametral durch die Mitte der Rhachis (Textfig. 11); indem diese Schnitte fortgeführt wurden, kamen sie als tangentiale Längsschnitte aus der Oberfläche der Zapfenachse heraus und gingen nun quer durch den Fruchtschuppenstiel, endlich wieder tangential durch den aufrechten Teil der Fruchtschuppe.

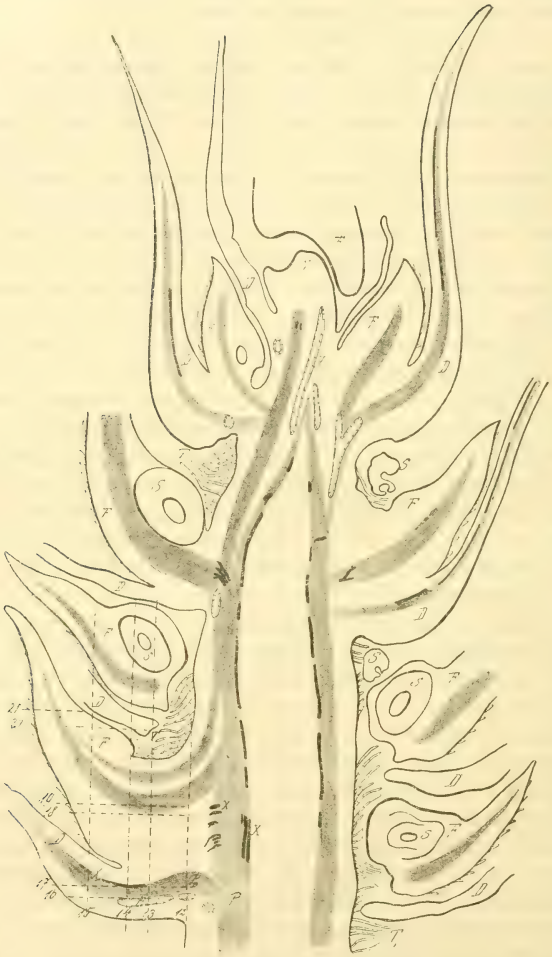
Ferner machten wir Querschnitte durch die Rhachis des Zapfens, welche gleichzeitig anfangs als Längsschnitte durch den Fruchtschuppenstiel, dann als Querschnitte durch den aufrechten Teil der Fruchtschuppe kamen. In Textfig. 11 bezeichnen die senkrechten Linien 12, 13, 14, 15 sowie die

wagrechten 16, 17, 18, 19, 20, 21 die Lage der mit den gleichen Ziffern versehenen Mikrotomschnittbilder.

Der Längsschnitt (Textfig. 11) war durch die links unten sitzende Fruchtschuppe nahezu median gegangen; es ist daher an dieser Stelle nichts von den Samenanlagen zu sehen; die darüber sitzende, unter einem spitzen Winkel zur früheren orientierte Fruchtschuppe ist im ersten Drittel ihrer Breite durchschnitten, zeigt daher wohl das Ovulum durchtrennt, ist aber an dieser Stelle nicht mit der Deckschuppe verbunden. Es folgen nun noch mehrere Fruchtschuppen in verschiedener Lage zur Rhachis entsprechend ihrer schraubigen Insertion; zu oberst erblicken wir den Vegetationskegel mit meristematischem Gewebe und einem schwachen Höcker als oberster Blattanlage. Außerdem fällt die reiche Behaarung der Rhachis auf.

Aus diesem Bilde ersehen wir an der links unten sitzenden Fruchtschuppe, wie mächtig der Stiel ist; er besitzt in diesem Fall eine Höhe von 1100 μ und ist bis zur Trennungsstelle von Deck- und Fruchtschuppe 451 μ lang. Zunächst erblicken wir im Stiel einen Harzgang *(H)*, der soweit reicht als der Stiel und dann blind endigt. Bei Fortsetzung der Schnittführung gelangen wir durch einen zweiten parallelen Gang. Wir finden also im Stiel zwei blind endigende Harzkanäle, wie dies in den Blattkissen der *Larix*-Nadeln der Fall ist.

Sowohl aus diesem Längsschnitt wie aus den Querschnitten durch den Fruchtschuppenstiel (Textfig. 12, 13, 14, 15) und den beiden ersten Längsschnitten durch denselben (Textfig. 16, 17) werden wir darüber belehrt, daß aus der Rhachis ein starker Phloemstrang und darüber der typische zweigeteilte Xylemstrang zieht, der für ein *Larix*-Blatt charakteristisch ist. Wir können dieses Gefäßbündel durch den Stiel, dann durch die ganze Deckschuppe verfolgen und sehen, daß es auf keine Weise Verzweigungen abgibt. Dieses Verhalten im Zusammenhang mit der Beobachtung der zwei blind endigenden Harzkanäle macht es uns klar, daß wir die Deckschuppe als eine veränderte Nadel ansehen müssen, deren Blattkissen mit dem Fruchtschuppenstiel verwachsen ist. Bei durchwachsenen Zapfen wird sie häufig auch wirklich durch eine Nadel ersetzt.



Textfig. 11.

Textfig. 12.

Textfig. 13.

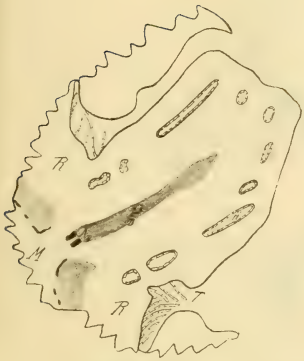
Textfig. 14.

Auf den Querschnitten durch den Stiel (Textfig. 12, 13, 14, 15) fällt uns auf, daß wir oberhalb des Gefäßbündels, welches dem Blattkissen der Deckschuppe angehört, stets eine mittlere, elliptisch geformte Partie *(M)* sehen, welche aus parenchymatischen, an Reservestoffen reichen Zellen besteht; um diesen Teil konzentrisch gelagert sehen wir 6, in anderen Fällen 5 schwache Xylembündel, deren jedes oft nur aus 2 oder 3 Tracheiden besteht. Peripher um dieses Xylem sowie zwischen den Strängen sehen wir einen kräftigen Phloemteil *P*, an den sich Transfusionsgewebe und abermals inhaltsreiche Zellen schließen. Auf den Querschnitten durch die Rhachis (Textfig. 16, 17, 19, 19, 20) finden wir innerhalb derselben eine

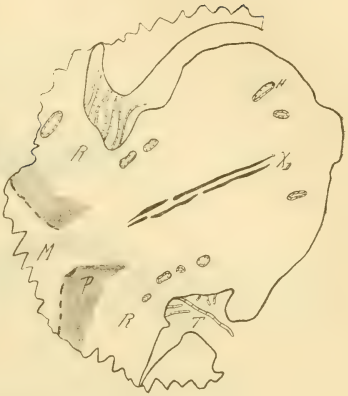
Textfig. 15.

Textfig. 11, 12, 13, 14, 15. In allen Figuren bedeutet der graue Teil Phloem, mit P bezeichnet, die schwarzen kräftigen Linien X = Xylem, H = Harzgänge, T = Trichome, S = Samenanlagen, D = Deckschuppe, F = Fruchtschuppe, V = Vegetationskegel, M = Mark. Fig. 11: Diametraler Längsschnitt durch einen Zapfen; die mit 12, 13, 14, 15 bezeichneten Senkrechten entsprechen der Lage der Schnitte Fig. 12, 13, 14, 15, ebenso die Wagrechten den Schnitten der nächstfolgenden Textbilder. Fig. 12: Querschnitt durch den Stiel dicht an der Rhachis, P_D X_D = Phloem und Xylem des Deckschuppenbündels. Fig. 13 und 14: Weitere Querschnitte. Fig. 15: Tangentialer Längsschnitt durch die Fruchtschuppe. Nähere Erklärung im Text.

ebensolche Anordnung von Mark, getrennt stehenden Xylemsträngen und starkem Phloemring. Wir erhalten also aus den Querschnitten durch den Stiel das Bild einer Achse, die von der Rhachis als relativer Hauptachse abzweigt und daher Achse zweiter Ordnung genannt werden kann. Dieser Achse gehört nicht nur der auch äußerlich schon differenzierte Teil der Fruchtschuppe an, der als Stiel rechtwinklig zur Rhachis orientiert ist; diese Achse verläuft auch noch weiter in derselben horizontalen Richtung in das Gewebe der sich auf-



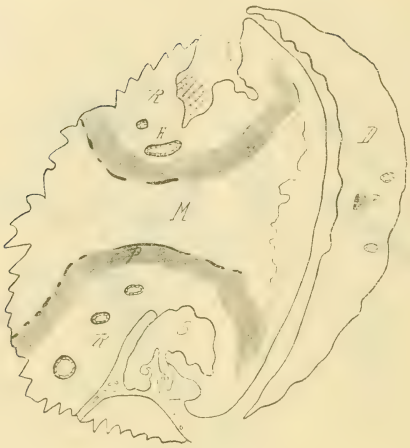
Textfig. 16.



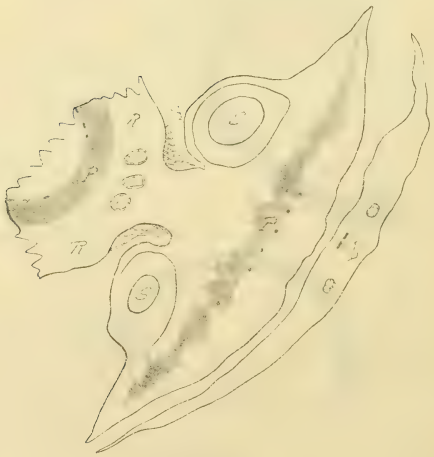
Textfig. 17.

Textfig. 19.

richtenden Fruchtschuppe hinein, für welche Čelakovský die Bezeichnung Crista einführt, und endet erst nahe deren rückwärtiger Wand (Textfig. 18 und 19).



Textfig. 18.



Textfig. 20.

Die Längsschnitte durch den Fruchtschuppenstiel bestätigen diesen eben dargestellten Gefäßbündelverlauf, der nicht

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. IX. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Das Vorkommen des Scutellarins bei den Labiaten und seine Beziehungen zum Lichte

von

stud. phil. **Emil Strecker.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. 123 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

Ausgeführt mit Unterstützung der »Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen«.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1909.)

Einleitung.

Vor einigen Jahren entdeckte Molisch[1] in *Scutellaria altissima* L. einen neuen Körper, dem er den Namen Scutellarin gab und der von ihm mikrochemisch und von Goldschmiedt genauer makrochemisch studiert worden ist. Beim Kochen der Blätter dieser Pflanze in einprozentiger Salzsäure entstanden nach etwa 10 Minuten namentlich an der Unterseite der Blätter zahlreiche weiße, mit freiem Auge deutlich wahrnehmbare Flecke von oft sternartiger Form, die sich unterm Mikroskop als dendritisch verzweigte, gewöhnlich aus Nadeln zusammengesetzte Krystallaggregate entpuppten (Fig. 5). Die Krystalle entstanden in solcher Menge, daß die Blattunterseite oft weißgrau erschien.

Beim Eintauchen eines beblätterten Sprosses in ein- bis fünfprozentige kalte Salzsäure entwickelten sich nach $^1/_2$ bis 2 Tagen gelbe, sphärokrystallinische Bildungen, gewöhnlich in Gestalt von Klümpchen, Knollen oder Warzen, die entweder einzeln oder zu kleinen Häufchen angeordnet in den Epidermiszellen lagen. Diesem Körper gab Molisch, wie erwähnt, nach seinem Vorkommen in *Scutellaria altissima* L. den Namen »Scutellarin« und führt als charakteristisch für ihn folgende Reaktion an: »Die trockenen oder nur mit wenig Wasser befeuchteten Krystalle werden mit Barytwasser momentan rostrot und kurze Zeit darauf an der Luft dunkelgrün.

[1] H. Molisch und G. Goldschmiedt, Über das Scutellarin, einen neuen Körper bei *Scutellaria* und anderen Labiaten. Diese Sitzungsberichte, 1901, p. 185 ff.

Durch Brom-, Chlor- oder Jodwasser entsteht die grüne Farbe nach vorhergehender Behandlung mit Barytwasser sofort.«

Was die Verteilung des Scutellarins anbelangt, gibt Molisch an, daß es bei *Scutellaria altissima* L. in der Wurzel, dem Stengel, dem Blatte und der Blüte auftritt, in der Oberhaut der Laubblätter aber am meisten angehäuft ist und auch in allen anderen untersuchten *Scutellaria*-Arten (*Sc. hastaefolia* L., *Sc. alpina* L., *Sc. laterifolia, Sc. galericulata* L., *Sc. viscida* Spreng. und *Sc. japonica* Morr. et Decaisn.) vorkommt.

Allein das Scutellarin zeigte sich nicht auf die Gattung *Scutellaria* beschränkt, sondern wurde auch bei zwei anderen Gattungen der Labiaten, bei *Galeopsis Tetrahit* L. und *Teucrium Chamaedrys* L. im Laube aufgefunden; die übrigen untersuchten Labiaten ergaben negative Resultate. Trotzdem war es nach den Untersuchungen von Molisch »wahrscheinlich, daß bei einer systematischen Untersuchung der Familie der Labiaten noch andere Gattungen, beziehungsweise Arten mit Scutellarin gefunden werden dürften und daß demnach dem genannten Körper eine weitere Verbreitung zukommen dürfte«.[1]

Goldschmiedt, der die Bearbeitung des chemischen Teiles der oben zitierten Arbeit übernommen hatte, untersuchte den wässerigen Extrakt von *Scutellaria altissima*, aus dem er drei Substanzen zu isolieren vermochte, und zwar:

1. Molisch's Scutellarin,
2. Eine bei 133° schmelzende Säure, die als Zimtsäure und
3. eine bei zirka 190 bis 200° sublimierende Säure, die als Fumarsäure bestimmt wurde.

Für das Scutellarin konnte aus den Analysen die Formel $C_{21}H_{20}O_{12}$ abgeleitet werden, die Goldschmiedt damals nur mit aller Reserve als Molekularformel der neuen Substanz bezeichnete; ein endgültiges Resultat wurde bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Die Reaktionen des Scutellarins erinnerten lebhaft an jene, welche den zahlreichen, natürlichen gelben Pflanzenfarbstoffen eigentümlich sind. Die für das Scutellarin vorläufig gefundene Formel unterscheidet sich von jener des Quercitrins nur um 2 Atome Wasserstoff; ob es wie dieses ein Glykosid ist, darüber hat Goldschmiedt bis jetzt noch keine weiteren Untersuchungen veröffentlicht.

Beim Darstellen einer Schwefelsäureverbindung aus dem Scutellarin spaltete sich etwas ab; die Eigenschaften des Spaltungsproduktes waren mit jenen des Scutellarins nicht übereinstimmend; Goldschmiedt nannte es Scutellareïn. Zur Unterscheidung gegenüber Scutellarin kann z. B. dienen, daß letzteres in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid eine intensiv grüne Färbung gibt, die sich erst beim Erwärmen der Flüssigkeit in eine rote umwandelt, während Scutellareïn schon in der Kälte eine rotbraue Färbung gibt. Aus der Analyse ergab sich für Scutellareïn die Formel $C_{15}H_{10}O_6$.

Nach Czapek soll das Scutellarin schon im Jahre 1889 von einem Japaner, Takakashi, entdeckt worden sein: »Scutellarin, durch Takakashi

[1] Molisch und Goldschmiedt, l. c., p. 189.

in der Wurzel der japanischen *Scutellaria lanceolaria* entdeckt, ist wohl identisch mit der später von Molisch und Goldschmiedt bei allen Scutellarien, *Galeopsis*- und *Teucrium*-Arten nachgewiesenen Substanz.«[1] Aus der Analyse seines Körpers (68·10% C, 4·86% H, kein N und kein Krystallwasser) erhielt Takakashi die Formel $C_{10}H_8O_3$ und hielt die neue Substanz nach ihrem Verhalten gegen Reagenzien für ein Phenol, möglicherweise für ein Isomeres des von F. Mylius aus grünen Walnußschalen dargestellten α- und β-Juglons.[2] Vergleicht man mit dieser Analyse und der sich daraus ergebenden Formel jene, die Goldschmiedt erhielt (42·29% C, 4·79% H : $C_{21}H_{20}O_{12} + 2^1/_2\ H_2O$), so kann man schwerlich eine Identität der beiden Stoffe annehmen. Nach dem Vorkommen in der Gattung *Scutellaria* wurde zwar beiden der Name Scutellarin gegeben, das eine aber als ein Phenol, das andere als ein Glykosid bestimmt; falls also Takakashi seine Substanz rein dargestellt hatte, bezeichnet er mit Scutellarin einen ganz anderen Körper und es erscheint zweckmäßig, um eine weitere Verwechslung zu vermeiden, den Namen Scutellarin für den von Molisch entdeckten und von Goldschmiedt makrochemisch untersuchten Körper zu reservieren.

Bemerkungen zum Nachweis des Scutellarins.

Nach den Untersuchungen Goldschmiedt's erinnerten die Reaktionen des Scutellarins lebhaft an jene, welche den zahlreichen natürlichen gelben Farbstoffen eigentümlich sind, die man als Abkömmlinge des Flavons bezeichnet. Es tauchte daher die Frage auf, ob nicht vielleicht auch andere Körper dieser Gruppe die für das Scutellarin von Molisch angegebene Reaktion zeigen. Ich untersuchte daraufhin mehrere dem Scutellarin nahestehende Farbstoffe der Flavongruppe (Fisetin, Morin, Quercetin und sein Glykosid Quercitrin), von der Xanthongruppe das Euxanthon und einen natürlichen Farbstoff aus der Reihe der Gerbstoffe, die Ellagsäure. Bei Behandlung mit Barytwasser trat bei allen eine Farbenwandlung ein, wie in der Tabelle I angegeben ist, und zwar nach Gelb, Braun und bei mehreren ins Rostrote. Allein das darauffolgende Einwirken von Bromwasser oder die Oxydation durch Luftzutritt erzeugte nur beim Scutellarin eine dunkelgrüne Färbung.

Das Scutellareïn gibt zwar dieselbe Reaktion wie das Scutellarin, da es aber ein Spaltungsprodukt desselben darstellt,

[1] Czapek, Biochemie, 1905, Bd. II, p. 520.

[2] Takakashi, Untersuchungen über einen Bestandteil der *Scutellaria lanceolaria*. Chem. Zentr., 1889, Bd. II, p. 100.

welches bei Behandlung mit ziemlich konzentrierter Schwefelsäure entsteht, dürfte es wohl bei den histochemischen Untersuchungen nicht in Betracht kommen.

Tabelle I soll die eben erwähnten Verhältnisse übersichtlich darstellen.

Tabelle I.

Über das Verhalten einiger natürlicher Farbstoffe gegen die Reagenzien Barytwasser und Bromwasser.

Nr.	Name des Stoffes	Farbe nach Behandlung mit		Anmerkung
		Barytwasser	+ Bromwasser	
I	Scutellarin	Rostrot, mit einem Stich ins Feuerrote	Dunkelgrün	In Barytwasser schwer löslich.
II	Scutellareïn		Dunkelgrün	
III	Quercitrin	Orange, Lösung zitronengelb	etwas rötlich	
IV	Quercetin	Rostrot, weniger intensiv als I, Lösung zinnoberrot	Schwarz	
V	Fisetin	Ocker	unverändert	
VI	Morin	Ocker	Schwarzbraun	
VII	Exanthon	Rostrot	unverändert	
VIII	Ellagsäure	nach längerem Einwirken Gelblichbraun	unverändert	In Barytwasser schwer löslich.

Aus den oben angeführten Untersuchungen von Molisch und Goldschmiedt und meinen eigenen, eben mitgeteilten über die Unterscheidung des Scutellarins von verwandten Farbstoffen geht hervor, daß das Scutellarin einen sowohl makrochemisch als auch mikrochemisch gut charakterisierten Körper darstellt. Ich bin daher mit großem Vergnügen der Aufforderung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Hans Molisch gefolgt, der Verbreitung des Scutellarins im Bereiche der Labiaten und deren Verwandten und über diese hinaus nachzugehen, seine Verteilung in der Pflanze genauer zu verfolgen und seine eventuellen Beziehungen zum Licht zu prüfen.

Hierfür spreche ich ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aus, ebenso wie für seine vielfachen Ratschläge und das rege Interesse, das er der Arbeit entgegengebracht hat. Auch Herrn Privatdozenten Dr. Richter danke ich für die mannigfachen Anregungen und für seine Güte, mir die nötigen Photographien hergestellt zu haben. Das Ergebnis meiner diesbezüglichen Untersuchungen möge nun in kurzem mitgeteilt werden.

I. Verbreitung des Scutellarins.

Um mir das nötige Pflanzenmaterial für meine Untersuchungen zu beschaffen, machte ich zahlreiche Ausflüge in die nähere und fernere Umgebung Prags.[1] Ich untersuchte systematisch die Familie der Labiaten — Herbarexemplare und frische Pflanzen (140 Arten) — auf das Vorhandensein dieses Farbstoffes und auch eine große Anzahl von außerhalb dieser genannten Familie stehenden Gewächsen (210 Arten). Molisch hat Scutellarin in den Gattungen *Scutellaria*, *Galeopsis* und *Teucrium* nachgewiesen. Ich fand diesen Stoff nur in einer einzigen weiteren Gattung, bei *Thymus*.

Das Vorkommen bei den einzelnen Gattungen und Arten weist einige Verschiedenheiten auf, die ich im folgenden schildern will.

A. Scutellaria.

Außer *Scutellaria altissima* L. hatte Molisch noch folgende *Scutellaria*-Arten mit positivem Erfolg auf Scutellarin geprüft:

Scutellaria hastaefolia L.,	*Scutellaria galericulata* L.,
» *alpina* L.,	» *viscida* Spreng.,
» *laterifolia*,	» *japonica* Morr. et Decaisn.

Von den Herbarexemplaren, die mir zur Verfügung standen, wiesen außer diesen *Sc. Columnae* All., *Sc. peregrina* L. und *Sc. lupulina* Scutellarin auf; ein negatives Resultat ergaben *Sc. minor* L., *Sc. pallida* MB., *Sc. grandiflora*, *Sc. orientalis*. Um behaupten zu können, daß den letztgenannten Arten das

[1] Diese Ausflüge wurden mir durch eine von der »Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen» verliehene Subvention ermöglicht, wofür ich derselben zu größtem Danke verpflichtet bin.

Scutellarin fehle, müßten frische Pflanzen untersucht werden. Sieht man von diesen Herbarpflanzen ab und berücksichtigt nur frische Objekte, so kann man sagen, daß das Scutellarin in allen Arten der Gattung *Scutellaria* beobachtet worden ist. Ich beschäftigte mich hauptsächlich mit *Sc. altissima*, da mir stets eine reichliche Menge dieses Materials auf Beeten des Versuchsgartens des pflanzenphysiologischen Institutes an der k. k. deutschen Universität zur Verfügung stand. Wie bereits Molisch erwähnt hat, verträgt diese Pflanze ein mehrfaches Abschneiden im Jahre und wächst immer wieder kräftig nach, weswegen sie sich ganz vorzüglich nicht nur zu Studien über die Verteilung des Scutellarins in der Pflanze während der verschiedenen Jahreszeiten, sondern auch zu physiologischen Experimenten unter allen untersuchten *Scutellaria*-Arten am besten eignet.

Um nicht durch eine detaillierte Schilderung bei den verschiedenen Arten zu ermüden, fasse ich das Wichtigste in kurzen Worten zusammen und füge noch zwei schematische Figuren hinzu, die durch Punktierung die Verteilung des Scutellarins sofort erkennen lassen, in ähnlicher Weise, wie das seinerzeit Sachs bei der Verteilung der Reservestoffe im Keimling von *Helianthus annuus*,[1] Sperlich bei der Verteilung der Eiweißkrystalle in Rhinantaceen[2] oder Massopust bei der Verteilung des oxalsauren Kalkes[3] getan hat. Die Figurenerklärung genügt für das Verständnis der Bilder.

Scutellaria altissima L.

Typisch ist das Vorkommen in allen Teilen der Wurzel, selbst in den Wurzelhaaren bei mindestens ein Jahr alten Pflanzen. Über das Vorkommen des Scutellarins in der Wurzelhaube blieb ich in Zweifel. Im Stengel ist sehr auffällig die regelmäßige Anhäufung an den Knoten, während im Blatt eine Abnahme gegen den Blattgrund zu sich geltend macht. Was die Blüte anbelangt, so speichern die Fällungskrystalle in der Blumenkrone und im Staubbeutel Anthokyan; eine ganz aparte Verteilung aber zeigt das Gynoeceum: Während in der Placenta massenhaft Scutellarin vorhanden ist, sind die Samenanlagen frei davon; auf diese Art wird die Ansatzstelle des Funiculus durch das plötzliche Fehlen der Krystalle gekennzeichnet. Ein deutlicher Unterschied im Scutellaringehalt ist auch zu bemerken im Kelch, dessen Oberlippe sehr reich an Scutellarin ist, während Unterlippe und Helmschuppe fast frei davon sind. Eigentümlich ist das Auftreten von Scutellarinkrystallen in den Haaren, besonders am Blattstiel, und den Köpfchen der Drüsenhaare.

---

[1] J. Sachs, Über das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen. Bot. Zeitung, 1859, Taf. VIII.

[2] A. Sperlich, Die Zellkernkrystalle von *Alectorolophus*. Beih. z. bot. Zentralblatt, Bd. XXI, 1906.

[3] B. Massopust, Über die Lebensdauer des Markes im Stamme und einige Fälle von Auflösung des Kalkoxalates in demselben. Lotos, Prag 1906, Nr. 7 bis 8.

Das Scutellarin findet sich also in allen Organen der Pflanze, von der Wurzelspitze bis zu den jüngsten Blättchen an der Spitze des Sprosses, am reichlichsten im Blatte, im Kelche und in der Blumenkrone, nur den Samenanlagen fehlt es.

Scutellaria galericulata L.

Untersucht wurden noch nicht blühende Pflanzen. Man kann bei diesen eine höchst auffallende Lokalisation beobachten, die auch im Bilde festgehalten wurde (Fig. 3 und 4): in den ausgewachsenen Blättern ist das Scutellarin fast nur beschränkt auf die Nebenzellen der Haare; die jüngeren Blätter enthalten es zwar in größerer Menge über die ganze Blattlamina verteilt, doch ist auch hier die Krystallisation in Gruppen sehr auffällig. Im Stengel fand sich der Farbstoff nur an der Spitze der Haupt- wie der Nebentriebe, und zwar viel reichlicher als in den aufsitzenden Blättern; in der Wurzel fehlte er.

Scutellaria alpina L.

Die Hochblätter besitzen ebenso massenhaft Scutellarin wie die Blätter und der Kelch; sonderbarerweise fehlt es aber in der Blumenkrone und im Gynoeceum vollständig, während es im Androeceum im Staubfaden wieder spärlich auftritt.

Scutellaria japonica Morr. et Decaisn.

Auffallend ist das besonders reichliche Vorkommen in den Drüsen; fast bei jedem Drüsenhaar finden sich am Grunde des Köpfchens einige Spärite.

Scutellaria viscida Spreng.

Es wurden nur Keimlinge untersucht; in den Blättern findet sich reichlich Scutellarin.

B. Die übrigen Labiaten.

a) Scutellarin enthielten Arten folgender Gattungen:

1. Teucrium.

Nach Molisch's Untersuchungen kommt Scutellarin vor in *Teucrium Chamaedrys* L., in *T. Botrys* L. hingegen fehlt es. Die Prüfung der vorhandenen Herbarpflanzen ergab ein positives Resultat bei:

Teucrium Chamaedrys L., *Teucrium montanum* L.
» *flavum* L.,

Dagegen wurde kein Scutellarin gefunden bei:

Teucrium Marum L., *Teucrium Botrys* L.,
» *nitidum* L., » *Scorodonia* T.,
» *Scordium* L., » *fruticans* L.

In frischem Zustande wurden nur drei Arten untersucht: *T. Chamaedrys*, *T. canadense* und *T. hyrcanicum*; den beiden letzteren fehlte der Farbstoff.

Teucrium Chamaedrys.

Der Wurzel und dem Stengel mangelte das Scutellarin; die Verteilung in den anderen Organen ist in Tabelle II angegeben.

2. Galeopsis.

Nachgewiesen war Scutellarin bei *Galeopsis Tetrahit* L. Bei Prüfung von Herbarpflanzen fand ich es außerdem bei *G. versicolor* Curt. und *G. Ladanum* L., nicht aber bei *G. bifida* Boenngh., *G. pubescens* Besser, *G. Wallerina* Schldl. und *G. neglecta* Schult.

In frischem Zustande wurden untersucht und scutellarinhältig gefunden:

Galeopsis Tetrahit.

Der Farbstoff findet sich nur in den Blättern; dem Kelche, der Blüte und den anderen Organen fehlt er.

Galeopsis Ladanum L.

Noch nicht blühende Sprosse zeigten Scutellarin in den Blättern und spärlich im Kelche.

Galeopsis versicolor Curt.

Im Blatte sind außerordentlich reichliche Massen von Scutellarin enthalten. (Die Blüte wurde nicht untersucht.)

3. Thymus.

Ein Herbarexemplar von *Thymus Serpyllum* zeigte in Blatt, Blumenkrone und Kelch reichlich Scutellarin. Ich prüfte daher auch die übrigen *Thymus*-Arten des Herbars; nur *Th. alpinus* Presl. gab noch die Reaktion, nicht aber

Thymus vulgaris,
» *Austriacus* Bernh.,
» *silvestris* Sch.,
» *praecox* Opiz,
Thymus angustifolius Hoffm.,
» *Mannianus* Opiz,
» *Zygis* L.

Weiter fand ich, daß von den Folia Serpylli aus einer Apotheke in Brüx die meisten Blätter und Blüten, die ich als *Th. angustifolius* bestimmte, reichlich bis massenhaft Scutellarin aufwiesen.

Fast mit Sicherheit konnte also das Vorhandensein von Scutellarin auch in der lebenden Pflanze erwartet werden. Aus der Umgebung Prags untersuchte ich *Thymus*-Arten von verschiedenen Standorten, konnte aber in ihnen kein Scutellarin nachweisen. Nur in der Nähe von Sebusein (Bezirk Leitmeritz) fand ich *Thymus*-Arten (*Th. pannonicus* All., *Th. nummularius* MB.) mit einem allerdings sehr wechselnden Gehalt an Scutellarin. Auch die Verteilung in den einzelnen Organen ist sehr verschieden. Das Scutellarin zeigt sich beschränkt auf die Blätter und Blüten; der Kelch läßt eine deutliche Lokalisation in den Zipfeln erkennen; die Blumenkrone enthält nur wenig von dem Farbstoffe, ebenso

das Staubblatt im Filament; die Antherenhälften enthalten ihn reichlicher, im Griffel, besonders aber in der Narbe kann man eine Anhäufung konstatieren. Der Gehalt an Scutellarin wechselt also von Organ zu Organ. Bemerkenswert erscheint die Anhäufung in der Narbe; vielleicht spielt das Scutellarin bei der Leitung und Ernährung der keimenden Pollenschläuche eine Rolle.

Um die Resultate, die sich auf die Beantwortung des ersten Teiles des Themas beziehen, übersichtlich zu gestalten, wurden sie in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Dabei bedeutet *m* in der betreffenden Rubrik massenhaft, *r* reichlich, *sp* spärlich, *ss* sehr spärlich, 0 nichts, — wurde nicht untersucht, * Herbarpflanze; in der Rubrik Gynoeceum bezieht sich der Ausdruck in der Klammer auf die Samenanlagen.

Tabelle II.

Über die Verteilung des Scutellarins bei den einzelnen Arten.

Gattung	Art	Blatt	Blattstiel	Blüte: Kelch	Blüte: Blumenkrone	Blüte: Gynoeceum	Blüte: Androeceum	Stengel	Wurzel
Scutellaria	*Sc. altissima* L.	*m*	*sp*	*m*	*m*	*m* (0)	*r*	*r*	*r*
	Sc. japonica Morr. et Decaisn.	*m*	*r*	*m*	*m*	*m* (0)	*r*	*r*	*r*
	Sc. alpina L.	*m*	*sp*	*m*	0	0	*sp*	*m*	0
	Sc. galericulata L.	*r*	0	—	—	—	—	*sp*	0
	Sc. viscida Spreng.	*r*	—	—	—	—	—	—	—
	Sc. hastaefolia L.*	*m*	*r*	*r*	0	—	—	—	—
	Sc. peregrina L.*	*r*	*sp*	*r*	*r*	—	—	—	—
	Sc. Columnae *	*r*	0	*s*	*r*	—	—	—	—
	Sc. lupulina *	*m*	0	*r*	0	—	—	—	—
	Sc. laterifolia (von Molisch untersucht)								
Teucrium	*T. Chamaedrys* L.	*m*	*sp*	—	—	—	—	0	0
	T. montanum L.*	*p*	0	*sp*	*r*	—	—	—	—
	T. flavum L.*	?	0	?	*r*	—	—	—	—
Galeopsis	*G. Tetrahit* L.	*r*	*ss*	0	0	0	0	0	0
	G. Ladanum L.	*r*	*ss*	—	—	—	—	0	0
	G. versicolor Curt.	*m*	*sp*	—	—	—	—	0	0
Thymus	*Th. Serpyllum*	*r*	0	*r*	*sp*	*r*	0	0	0

Die Betrachtung der Tabelle ergibt schon ohne weiteres, daß in den Blättern stets Scutellarin gefunden werden kann, und zwar in der Regel reichlich bis massenhaft, wenigstens in den jüngeren Blättern. In der Wurzel scheint es verhältnismäßig sehr selten vorzukommen. Besonders interessant erschienen mir jene Fälle, in denen die Scutellarinverteilung förmlich abgeschnitten war (Gynoeceum, z. B. bei *Scutellaria altissima*, *Sc. japonica*). Eine besondere Erwähnung verdient auch die Verteilung des Scutellarins bei *Thymus*, wo die Zipfel der Kelchblätter massenhaft den Farbstoff besitzen, das Vorkommen in den Haaren und Drüsen und die Tatsache, daß die gleichen Organe bei nahe verwandten Arten scharfe Gegensätze in bezug auf den Gehalt an Scutellarin aufweisen. Äußerst auffallend ist das Auftreten in den Nebenzellen der Haare (*Sc. galericulata*), das so regelmäßig wiederkehrt, daß man von Scutellarinidioblasten sprechen könnte.

Von Interesse ist es, daß die Gattungen mit scutellarinhaltigen Arten morphologisch nicht näher verwandt sind, sondern ganz verschiedenen Untergruppen der Familie der Labiaten angehören.

b) **Ein negatives Resultat ergaben alle anderen untersuchten Labiaten.**

Bei einigen von ihnen fielen beim Behandeln mit Salzsäure Sphärite aus, die teilweise eine dem Scutellarin ähnliche Reaktion gaben, aber niemals die Grünfärbung bei Behandlung mit Barytwasser und darauffolgender Oxydation. Im folgenden führe ich die untersuchten Pflanzen an.

I. Ajugoïdeae.

Ajuga reptans L.
» *montana.** [1]
» *Genevensis* L.*
» *pyramidalis* L.*
» *Chamaepytis* L.*
Amethystea coerulea L.

II. Lavanduloïdeae.

Lavandula officinalis Chaix.

III. Stachyoïdeae.

1. Stachyoideae-Marrubieae.

Marrubium leonuroides Dsr.
Sideritis montana L.

[1] Die mit einem Sternchen bezeichneten Pflanzen wurden nur in Herbarexemplaren untersucht.

2. Stachyoideae-Nepeteae.

Nepeta nepetella L.
» *Moussini* M. B.
» *macrantha* Fisch.
» *pannonica* Jacquin.*
» *amethysthoides.**
Lophantus scrophulariifolius Benth.
Glechoma hederacea L.
» *hirsuta.**
Dracocephalum Austriacum L.
» *nutans* L.*
» *moldavicum* L.
» *thyrsiflorum* L.
Lallemantia peltata F. et M.

3. Stachyoideae-Brunellinae.

Brunella laciniata L.
» *grandiflora.**

4. Stachyoideae-Melittinae.

Physostegia virginiana Benth.
Melittis Melissophyllum L.

5. Stachyoideae-Lamiinae.

Eremostachys pulvinaris Jan. et Spach.
Phlomis tuberosa.
» *pungens* Willd.
Lamium album L.
» *purpureum* L.
» *maculatum* L.
» *amplexicaule* L.*
Galeobdolon luteum Hudson.
Wiedemannia orientalis F. et M.
Leonurus sibiricus L.
» *Cardiaca* L.
Chaiturus Marrubiastrum Rchb.
Ballota nigra L.
Stachys recta L.
» *officinalis* Trev.
» *alopecuros* Benth.
» *grandiflora* Benth.
» *spectabilis* Chois.
» *alpina* L.
» *silvatica* L.*
Stachys palustris L.*
» *Germanica* L.*
» *lanata.**
Betonica stricta.

6. Stachyoideae-Salvieae.

Salvia pratensis L.
» *verticillata* L.
» *glutinosa* L.
» *Sclarea* L.
» *candissima* Vahl.
» *Austriaca* Jacq.
» *virgata.*
» *officinalis* L.
» *silvestris* L.

7. Stachyoideae-Monardeae.

Monarda didyma L.
» *fistulosa* L.
Rosmarinus officinalis.

8. Stachyoideae-Hormineae.

Horminum pyrenaicum L.

8. Stachyoideae-Melissinae.

Melissa officinalis L.*
» *rupestris.**
» *hirsuta.**
» *lordifolia.**
Micromeria rupestris Benth.
Satureja montana L.
» *hortensis* L.
Calamintha officinalis Moench.
» *grandiflora* Moench.
» *chinopod.* Spenn.
» *Nepeta* Link.
» *Acinos* Clairv.
» *vulgaris.**
» *thymifolia.**
» *alpina* Link.*
» *villosa.**
» *cana.**

10. Stachyoideae-Hyssopinae.

Hyssopus officinalis L.
» *angustifolius* M. B.

11. Stachyoideae-Thyminae.

Origanum vulgare L.*
» *creticum* L.
Koellia virginiana Mac. M.

12. Stachyoideae-Menthynae.

Lycopus Europaeus L.*
» *exaltatus* L.
Preslia cervina Fresen.
Elsholtzia flava Benth.
Elsholtzia cristata Willd.
Collinsonia canadensis L.
Mentha viridis Auct.
» *Pulegium* L.
» *aquatica* L.*
» *silvestris* L.*
» *foliosa.*

IV. Ocimoïdeae.

Plectrantus sp.
Coleus sp.

Außer der zunächst vorgenommenen Untersuchung der Labiaten erstreckten sich meine diesbezüglichen Fällungsversuche mit Salzsäure auch noch auf eine ganze Anzahl anderer Gewächse, und zwar sowohl aus den verwandten Familien der Verbenaceen, Boragineen, Solaneen und Scrophulariaceen als auch aus den anderen Familien der Di- und Monocotyledonen. Bei einigen von ihnen fielen auch bei Behandlung mit Salzsäure Stoffe aus; Scutellarin aber konnte bei keiner einzigen der untersuchten Arten nachgewiesen werden, so daß dieser Körper auf die Familie der Labiaten beschränkt zu sein scheint.

Im folgenden werden die untersuchten Arten nach Familien geordnet angeführt.

Tabelle III.

Verzeichnis der untersuchten Pflanzen mit Ausnahme der Labiaten.

Ranunculaceen:
Aquilegia.
Ranunculus Myosurus Afz.* [1]
» *aconitifolium* L.*
Clematis recta.
Nigella arvensis L.*
Actaea spicata L.
Berberidaceen:
Berberis vulgaris L.*
Nymphaeaceen:
Nuphar luteum L.*
Papaveraceen:
Papaver Rhoeas L.*
Chelidonium majus L.
Fumariaceen:
*Dicentra spectabilis.**
Fumaria officinalis.
Cruciferen:
Isatis tinctoria L.
Capsella Bursa Pastoris Much.*
Alliaria officinalis Andrz.*
Farsetia incana R. Br.*
*Camelina Austriaca.**
Nasturtium officinalis R. Br.*
Resedaceen:
Reseda Phyteuma L.*
» *lutea* L.
» *odorata* L.

[1] Wurde nur als Herbarpflanze untersucht.

Cistaceen:
Helianthemum vulgare Baertn.*
» *polifolius.**
*Cistus salvifolius.**
Polygalaceen:
Polygala vulgaris L.*
Violaceen:
Viola odorata L.*
» *arenaria* DC.*
Silenaceen:
Lychnis flos cuculi L.*
Agrostemma Githago L.*
Alsinaceen:
Holosteum umbellatum L.*
Cerastium arvense L.*
Malvaceen:
Malva Alcea L.*
» *moschata* L.*
» *rotundifolia* Auct.*
Tiliaceen:
Tilia parviflora Ehrh.
Hypericaceen:
Hypericum perforatum L.
» *Androsaem.* L.*
Aceraceen:
Acer campestre L.
Hippocastanaceen:
Aesculus Hippocastanum L.
Ampelidaceen:
Vitis vinifera L.
Linaceen:
Linum usitatissimum L.*
Geraniaceen:
Geranium pratense L.
» *argenteum* L.*
Erodium cicutar. Smith.*
Oxalidaceen:
Oxalis Acetosella L.*
Balsaminaceen:
Impatiens Noli tangere L.*
Rutaceen:
*Ruta graveolens.**
Dictamnus albus.
Celastraceen:
Staphylea pinnata L.*
Evonymus europaea L.
Rhamnaceen:
Rhamnus Frangula.
Papilioniaceen:
Acacia hispida.
Robinia Pseudacacia.
Orobus niger.
Lathyrus pratensis.
Medicago media Pers.*
Anthyllis Vulneraria L.*
Genista tinctoria L.*
Cytisus Laburnum L.
Sarothamnus Scoparius Wimm.*
Amygdaleen:
Prunus Cerasus L.*
Pomaceen:
Sorbus Aucuparia L.*
Cotoneaster vulgaris Ludl.
Rosaceen:
Spiraea sp.
Agrimonia Eupatoria L.*
*Sanguisorba maior.**
Onagraceen:
Epilobium angustifolia L.*
Oenothera biennis L.*
Lythraceen:
Lythrum Salicaria L.
Philadelphaceen:
Philadelphus coronarius L.
Cucurbitaceen:
Cucumis sativus L.*
Bryonia alba L.*
Paronychiaceen:
Herniaria glabra L.*
Scleranthaceen:
Scleranthus annuus L.*
Crassulaceen:
*Sempervivum arachnoideum.**
Sedum saxatile L.*
Grossulariaceen:
Ribes Grossularia L.

Saxifragaceen:
Saxifraga granulata L.*
Chrysosplenium alternifolium L.*
Parnassia palustris L.*
Umbelliferen:
Aethusa Cynapium L.*
*Seseli elatum.**
*Cnidium Monnieri.**
Silaus pratensis Bess.*
Angelica silvestris L.*
Phellandrium aquat. L.*
Araliaceen:
Hedera Helix L.
Cornaceen:
Cornus sanguinea L.*
» *mas* L.*
Caprifoliaceen:
Adoxa moschatellina L.
Sambucus Ebulus L.*
Lonicera nigra L.
» *Xylosteum.*
» *tatarica.*
Rubiaceen:
Galium cruciatum Smith.*
Sherardia arvensis L.*
Valerianaceen:
Valerianella olitoria Moench.*
*Centranthus ruber.**
Valeriana officinalis L.*
Dipsacaceen:
Dipsacus silvester Hudson.*
Scabiosa arvensis.
Compositen:
Inula hirta L.
Petasites officinalis Much.*
Filago arvensis Fr.*
Pyrethrum sp.
Lappa officinalis All.*
Gnaphalium arvense Luck.*
Campanulaceen:
Campanula Persica.
» *bononiensis* L.*
Vaccinaceen:
Vaccinium Myrtillus L.*
Ericaceen:
Artostaphyllos officinalis W.*
Rhododendraceen:
Ledum palustre L.*
Rhododendron sp.*
Azalea procumbens L.*
Pirolaceen:
Pirola secunda L.*
Monotropa Hypopitys L.*
Asclepiadaceen:
Cynanchum Vincetoxicum L.*
Oleaceen:
Forsythia.
*Olea Europaea.**
Ligustrum vulgare L.
Gentianaceen:
Erythraea Centaureum Pers.*
Convolvulaceen:
Cuscuta Europaea L.*
Boraginaceen:
Heliotropium Europaea L.*
» *peruvianum* L.*
» *lineatum* Forsk.*
Asperugo procumbens L.
Echinospermum Lappula Lehm.*
» *squarrosum* Rbch.*
Cynoglossum officinale L.*
» *Omphalodes* L.*
Borago officinalis L.*
Auchusa officinalis L.
Nonnea pulla DC.
Symphytum tuberosum L.
Pulmonaria officinalis L.
» *angustifolia* L.*
Onosma echioides L.*
Cerinthe maior.
Echium vulgare L.
Lithospermum arvense.
» *purpureo-coeruleum* L.
Myosotis arenaria Schrad.
Orobanchaceen:
Orobanche.

Verbenaceen:
- *Vitex agnus castus.*
- *Verbena officinalis* L.
  - » *supina.*
  - » *urticefolia* L.

Lentibulariaceen:
- *Pinguicula alpina* L.*
- *Utricularia vulgaris* L.

Globulariaceen:
- *Globularia vulgaris* L.*

Primulaceen:
- *Primula obconica.*
  - » *farinosa* L.*
- *Trientalis Europaea* L.*
- *Lysimachia ciliata* L.*
- *Anagallis arvensis* L.*
- *Androsace alpina.* *

Plumbaginaceen:
- *Armeria vulgaris* Willd.

Plantaginaceen:
- *Plantago cynops* L.
  - » *media* L.*

Scrophulariaceen:
- *Verbascum Lychnitis* L.
- *Dodartia orientalis* L.
- *Antirrhinum maius* L.
- *Wulfenia carinthiaca* Jacq.
- *Linaria vulgaris* Milb.
  - » *striata* DC.
- *Gratiola officinalis* L.
- *Lindernia pyxidaria* L.*
- *Limosella aquatica* L.*
- *Digitalis purpurea* L.
  - » *ambigua* Murr.
  - » *lutea* L.
- *Veronica spicata* L.*
  - » *austriaca* L.
  - » *Chamaedrys.*
- *Melampyrum pratense* L.*
- *Scrophularia nodosa* L.
- *Pedicularis silvatica* L.*
  - » *Sceptrum Carol.* L.*
- *Bartschia latifolia* Sm.*
- *Euphrasia officinalis* H.*
- *Erinus alpinus* L.*

Solanaceen:
- *Lycium barbarum* **Auct.**
- *Solanum flavum.**
  - » *nigrum.*
  - » *Lycopersicum* L.
  - » *Dulcamara* L.
- *Physalis Alkekengi* L.*
- *Hyosciamus niger* L.
- *Nicotiana rustica* L.
- *Datura Tatula* L.
  - » *Stramonium* L.
- *Capsicum annuum* L.
- *Atropa Belladonna* L.

Chenopodiaceen:
- *Cheuopodium Bonus Henricus* L.*

Polygonaceen:
- *Polygonum amphibium* L.*

Thymelaceen:
- *Daphne Mezereum* L.*

Santalaceen:
- *Thesium montanum* Ehrh.

Loranthaceen:
- *Viscum album* L.*

Aristolochiaceen:
- *Asarum Europaeum* L.

Buxaceen:
- *Buxus sempervirens* L.

Euphorbiaceen:
- *Euphorbia Cyparissias* L.

Urticaceen:
- *Humulus Lupulus* L.*

Cupuliferen:
- *Quercus sessilifolia* Sm.*

Betulaceen:
- *Betula alba* L.*

Juglandaceen:
- *Juglans regia* L.*

Salicaceen:
- *Populus tremula* L.
- *Alnus glutinosa* Gaertn.

Orchidaceen:
- *Orchis sambucina* L.*

Iridaceen:
- *Iris Germanica* L.

Liliaceen:
*Scilla amoena.**

Cyperaceen:
Luzula campestris DC.

Gramineen:
Lolium perenne L.
Hordeum vulgare L.
Secale cereale L.

Alismaceen:
Alisma Plantago L.

II. Der Einfluß äußerer und innerer Faktoren auf das Vorhandensein und die Verteilung des Scutellarins.

Bei den Beobachtungen über die Menge des Scutellarins in der Pflanze fiel es auf, daß bei denselben Organen derselben Art der Gehalt an Scutellarin stark variieren konnte. Bei Blättern zeigte sich ein Unterschied mit dem Alter, im Stengel und in der Wurzel, je nachdem die Pflanze eben erst ausgetrieben war oder in voller Entwicklung stand. Die Frage, von welchen Faktoren diese Verschiedenheit etwa abhängen könne, ergab sich daraus von selbst.

Zunächst war zu untersuchen, ob schon im Samen Scutellarin enthalten ist oder ob es erst später im Keimling zu einer bestimmten Zeit auftritt. Es wurden Samen von *Scutellaria altissima, Sc. galericulata* und *Sc. alpina* geprüft, aber darin Scutellarin nicht beobachtet. Dann wurden Samen der erwähnten drei Arten und von *Sc. viscida* auskeimen gelassen, ein Teil im Licht, ein Teil im Dunkeln. Die Lichtkeimlinge zeigten 3 bis 4 Tage nach dem Auskeimen in der Blattspitze einige Scutellarinkrystalle; sobald sich die Blätter ganz entfaltet hatten, fand sich in der ganzen Blattlamina Scutellarin, nur dem Blattgrunde fehlte es noch durch längere Zeit. Die Dunkelkeimlinge wiesen überhaupt kein Scutellarin auf.[1]

Die Lichtkeimlinge wurden nach 3 bis 4 Wochen wieder untersucht. Die Verteilung des Farbstoffes war, wie Fig. 1 zeigt, folgende:

[1] Dieselbe Abhängigkeit vom Licht konnte Molisch bei Keimlingen von *Isatis tinctoria* bezüglich eines anderen Farbstoffes, des Indikans, konstatieren: »Wenn man *Isatis*-Samen in Blumentöpfe säet und diese teils im Sonnenlichte, teils in totaler Finsternis aufstellt, so kann man sich leicht überzeugen, daß nur die Lichtkeimlinge Indikan bilden, die Finsterkeimlinge aber auch nicht in Spuren« (H. Molisch, diese Sitzungsberichte, Bd. CVII, Abt. I [1898], Bot. Beobachtungen auf Java, Über die sogenannte Indigogärung und neue Indigopflanzen).

Blatt: massenhaft.

Stengel: von der Spitze bis zur Ansatzstelle der ersten Blättchen, von oben nach unten abnehmend.

Blattstiel: gegen den Stengel zu abnehmend.

Dem unteren Teile des Stengels und der Wurzel fehlte noch das Scutellarin.

Bei Pflanzen im Alter von ungefähr drei Monaten endlich war es bis an die Grenze von Wurzel und Stengel vorgerückt. Gegen den Herbst zu muß das Scutellarin aber auch in der Wurzel abgelagert werden, da es in ein- bis mehrjährigen Wurzeln regelmäßig vorkam.

Zur weiteren Untersuchung über die Notwendigkeit des Lichtes zur Bildung von Scutellarin wurden Wurzeln von *Scutellaria altissima* im Dunkeln austreiben gelassen. In den nun gebildeten Blättern war Scutellarin vorhanden, und zwar in den jüngeren weniger als in den älteren. Einige Notizen aus meinem Versuchsprotokoll mögen diese Verhältnisse an einem untersuchten Exemplar dartun:

Blättchen in der Höhe von 1 *cm* (älteste Blättchen): massenhaft.
" " " " 9 *cm*: reichlich.
" " " " 12 *cm*: äußerst wenig.
" " " " 12·5 *cm* (jüngste Blättchen): nichts.

Wie in den Blättern unter normalen Verhältnissen nahm die Menge gegen den Blattgrund hin ab; der Blattstiel zeigte nur mehr vereinzelte Krystalle, während im Stengel überhaupt kein Scutellarin nachgewiesen werden konnte.

Überblicken wir die gemachten Angaben, so bekommen wir den Eindruck, daß man drei Phasen in der Scutellarinbildung unterscheiden kann, die ich als primäres oder autochthones, als sekundäres oder transitorisches und als tertiäres oder Reservescutellarin bezeichnen möchte. Die betreffenden Beobachtungen erinnern an die Untersuchungen von Schimper über das primäre, sekundäre und tertiäre Calciumoxalat,[1] der zur Erklärung der erhaltenen Befunde eine ähnliche Unterscheidung durchführen mußte. Ohne eine genaue Parallele mit Schimper's Bezeichnungsweise durchführen zu wollen, fasse ich dabei als primäres oder autochthones Scutellarin jenes auf, wie es sich in den Blättern belichteter Pflanzen darbietet,

[1] A. F. W. Schimper, Über Kalkoxalatbildung in den Laubblättern. Botan. Ztg., 1888.

als tertiäres oder Reservescutellarin das in den Reservebehältern abgelagerte; danach versteht sich der Name des sekundären oder transitorischen von selbst, es ist jenes Vorkommen, das entweder auf den Transport des Scutellarins von seiner Ursprungsstelle in den Blättern oder auf den von den Reservestoffbehältern unter der Erde zurückzuführen ist.

Die Abhängigkeit des Auftretens des als primär bezeichneten Scutellarins vom Lichte forderte notwendigerweise dazu auf, zu prüfen, ob sich eine Verknüpfung mit der Kohlensäureassimilation zeigen ließe.

Über die Abhängigkeit des Scutellarins von der Kohlensäureassimilation.

a) Blätter wurden teils ganz, teils zur Hälfte verdunkelt, zur Hälfte belichtet; es zeigte sich kein Unterschied in der Menge des vorhandenen Farbstoffes, wenn die Blätter abends abgenommen wurden, auch nicht bei einer Versuchsdauer von einer Woche.

b) Einzelne Triebe und eine ganze Pflanze wurden verdunkelt. Die Menge des vorhandenen Scutellarins verringerte sich nicht, in den neugebildeten Blättern trat es auch auf. Erst wenn die Lebensbedingungen für die ganze Pflanze ungünstig wurden, zeigte sich eine Abnahme.

Wenn ich auch keine gewichtsanalytischen Versuche gemacht habe, sondern nur mikrochemische, so glaube ich doch mit Wahrscheinlichkeit behaupten zu dürfen, daß von einem unmittelbaren Zusammenhange zwischen Kohlensäureassimilation und Bildung des Scutellarins nicht gesprochen werden kann und daß das Vorkommen des letzteren unabhängig ist von der An- oder Abwesenheit des Chlorophylls. Um die Wanderung des Scutellarins zu demonstrieren, wurden Blattnerven durchschnitten. Es konnte aber keine Anhäufung oberhalb der Schnittstelle oder eine Verringerung unter derselben konstatiert werden. Ebenso fiel ein Ringelungsversuch am Stengel bei Beginn der Blütezeit negativ aus. Bei Wiederholung des letzteren Versuches bei Beendigung der Blütezeit aber zeigte sich eine außerordentliche Anhäufung oberhalb der Ringelungsstelle, während unter derselben nur wenig Krystalle ausgefallen waren.

Bei *Teucrium*-Blättern konnte im zeitigen Frühjahr kein Scutellarin nachgewiesen werden, während es später in

reichlicher Menge darin enthalten war. Worin die Ursache dieses Verhaltens lag, vermag ich nicht zu sagen.

Zur Bedeutung des Scutellarins für die Pflanze.

Über die Frage, welche Bedeutung das Scutellarin für die Pflanze besitzen dürfte, bin ich während meiner Untersuchungen zu keinem abschließenden Urteil gekommen. Wie in der Einleitung auseinandergesetzt wurde, gehört das Scutellarin vielleicht zu den Glykosiden; ich möchte daher auf eine Arbeit verweisen, die sich speziell mit der Frage über die Bedeutung der Glykoside beschäftigt hat, die Arbeit von Th. Weevers,[1] die darauf hinleiten dürfte, wie wir uns die Bedeutung des Scutellarins vorzustellen haben.

Pfeffer (Pflanzenphysiologie, 1881, I, Kap. VIII, § 87) spricht sich dahin aus, daß die Verbindungen der Benzolderivate mit Kohlenhydraten zur Bildung schwer diosmierender Stoffe dienen dürften, die sich zur Aufspeicherung der Zucker in den Zellen eignen. Weevers konnte nun betreffs des Salicins nachweisen, daß während des Austreibens der Knospen ein Salicinverbrauch eintritt, daß also das Salicin ein Reservestoff ist, der zur Entfaltung vegetativer und generativer Organe benutzt wird. Ferner gelang es ihm betreffs der Glykoside der Kastaniensamen nachzuweisen, daß diese Glykoside, wenigstens ihre Glykose, wie die Stärke als Reservestoff dienen.

Es liegt somit die Vermutung nahe, daß vielleicht auch das Scutellarin — wenigstens in einzelnen Fällen — dieselbe Rolle spielt. In Übereinstimmung damit würde stehen, daß sich der Stoff über der Ringelungswunde anhäuft und daß er in ausdauernden Organen, wie in den Rhizomen, vorkommt. Wenn man aber wieder bedenkt, daß aus verdunkelten Blättern das Scutellarin nicht verschwindet, und anscheinend auch nicht in seiner Menge abnimmt, daß es ferner in den Blüten in großen Massen vorkommt, wird man wieder geneigt sein, diese Ansicht aufzugeben. Es wird daher gut sein, vorläufig noch keine bestimmte Meinung darüber auszusprechen.

[1] Th. Weevers, Die physiol. Bedeutung einiger Glykoside. Pringsheim's Jahrb., Bd. 39, p. 229.

Anhang.

Wie früher bereits erwähnt, kommen bei einer Anzahl von Labiaten Stoffe vor, die mit Salzsäure gefällt werden und was ihre Form und manchmal auch ihr Verhalten zu Barytwasser anbelangt, einige Ähnlichkeiten mit dem Scutellarin haben, von ihm aber dadurch sich wesentlich unterscheiden, daß sie sich bei darauffolgender Oxydation nicht grün färben und sich somit als vom Scutellarin abweichende Körper erweisen. Ich führe diese Vorkommnisse absichtlich an, weil sie vielleicht einen Chemiker zu makrochemischen Untersuchungen anregen könnten, die nicht uninteressante Ergebnisse zeitigen dürften.

Tabelle IV.

Über Stoffe bei Labiaten, die beim Behandeln mit HCl ausfallen und nicht die Scutellarinreaktion geben.

Pflanze	Organ	Anmerkung
Amethystea coerulea	Blatt	Beim Kochen mit zehnprozentiger HCl vereinzelte rotbraune Sphärite, die mit Barytwasser ockergelb, +Bromwasser schwarzbraun werden.
Calamintha Acinos	Blatt, Kelch, Stengel, Wurzelstock	Braune Sphärite, im Stengel reihenweise angeordnet.
	Blumenkrone	Äußerst massenhaft kleine Kügelchen, die Anthokyan speichern und nicht aufleuchten.
Dracocephalum Austr.	Blatt	Dunkelbraune Krystallmassen, von Barytwasser und Bromwasser nicht verändert.
Melittis Melissophyllum	Kelch	Ziemlich zahlreich im Innern der Zellen gelbe Massen, die strahlige Struktur erkennen lassen und sehr schön aufleuchten.
	Blumenkrone	Sphärite von olivengrüner Farbe, die sich in Barytwasser auflösen.

Pflanze	Organ	Anmerkung
Monarda didyma	Stengel	Runde, biskuitförmige, einzelne oder aneinandergereihte Sphärite, auch Häufchen von Nadeln und einzelne Nadeln von rotbrauner Farbe; in den Knoten findet eine Anhäufung statt.
Preslia cervina	Blatt	Massenhaft gelbbraune Sphärite, größer als die des Scutellarins, beim Kochen sternartige Krystallaggregate.
Salvia verticillata	Kelch, Blatt	Braune Sphärite.
	Blumenkrone	Sphärite, vom gespeicherten Anthokyan schwarzblau.
Salvia silvestris	Blatt, Kelch, Stengel	Massenhaft, im Kelch und den Hochblättern nur spärliche gelbe Sphärite, die mit Barytwasser gelbgrün werden.
	Blumenkrone	Am Grunde vereinzelte Sphärite.
Salvia candissima	Kelch, Blatt, Blumenkrone	Beim Kochen große, aus Nadeln zusammengesetzte Krystallmassen.

Auch bei Nichtlabiaten konnten einige interessante Beobachtungen gemacht werden, die bei der Untersuchung auf Scutellarin auffielen und im folgenden verzeichnet sind.

Tabelle V.

Stoffe, die mit Salzsäure ausfielen bei Pflanzen, die nicht in die Familie der Labiaten gehören.

Pflanze	Organ	Anmerkung
Dictamnus Fraxinella	Oberirdische Teile der Pflanze	Zieht man von einem frischen Blatte die Epidermis ab, so treten alsbald braune Sphärite auf; sehr schön bilden sich diese Sphärite, in jeder Zelle einer oder einige beisammen (der Kern scheint als Krystallisationszentrum zu dienen), wenn man das ganze Blatt in zehnprozentige HCl einlegt. Ebenso massenhaft tritt der Stoff im Kelch und Stengel

Pflanze	Organ	Anmerkung
		auf; in der Blumenkrone, im Griffel und Staubfaden speichern die Krystalle gleichzeitig Anthokyan. Beim Kochen in heißem Wasser oder verdünnter Salzsäure bilden sich dendritisch verzweigte Krystallaggregate. Barytwasser färbt die Krystalle augenblicklich zitronengelb, bei längerem Einwirken löst es sie auf.
Lonicera nigra und *Xylosteum*	Blatt, Blattstiel, Blüte, Frucht	Massenhaft braune Sphärite, Barytwasser färbt sie goldgelb, Bromwasser verändert die Farbe nicht. Beim Kochen mit zehnprozentiger HCl treten sternartige Krystallaggregate auf. Dunkeltrieben fehlt dieser Stoff.
Lathyrus pratensis	Blumenkrone	Der gelbe Farbstoff fällt in Form von Krystalldrusen, -nadeln und undifferenzierten Massen aus, die aufleuchten.
Thesium montana Ehrb.	Blatt, Blumenkrone	Mit kalter zehnprozentiger HCl fallen reichlich sternartige Krystallaggregate von grünbrauner Farbe aus.
Spiraea sp.	Blumenkrone	An der Spitze der Blumenblätter spärlich gelbliche Massen, die wie Sphärite aufleuchten.
Digitalis ambigua	Blatt, Kelch, Blumenkrone	Grünbraune Sphärite; mit Barytwasser + Bromwasser nehmen sie eine schwarze Farbe an.
Digitalis purpurea	Gynaecaeum	Im Fruchtknoten äußerst massenhaft Sphärite; ob sie mit dem von Kiliani gefundenen Digitaloflavon identisch sind, wurde nicht untersucht.[1]
Verbena hybrida	Blatt	Sphärite, die mit Barytwasser gelb werden; mit Bromwasser verändern sie sich nicht weiter.

[1] Kiliani, Über das Digitaloflavon. Berichte der chem. Gesellschaft Bd. 32, p. 1184.

Zusammenfassung.

Der von Molisch entdeckte, von ihm mikrochemisch und von Goldschmiedt genauer makrochemisch studierte Körper, das Scutellarin, wurde auf seine Verbreitung im Pflanzenreiche mikrochemisch untersucht. Es wurden 350 Arten geprüft; dabei stellte es sich heraus, daß bloß die Familie der Labiaten Scutellarin enthält: nach Molisch die Gattungen *Scutellaria*, *Teucrium* und *Galeopsis*, nach den Untersuchungen des Verfassers auch die Gattung *Thymus*. Auffallend ist, daß die Varietäten und Formen derselben Art dieser Gattung sich nicht gleich verhalten, denn die einen enthalten Scutellarin, die anderen nicht.

Als Hauptträger des Scutellarins erscheinen Laubblatt und Kelch, weniger reichlich findet es sich in den anderen Teilen der Blüte, im Stengel und in der Wurzel. Im Samen konnte kein Scutellarin nachgewiesen werden.

Das Licht ist bei den untersuchten *Scutellaria*-Arten notwendig für die Bildung des Scutellarins in den Keimlingen, bei den älteren Pflanzen aber war ein Einfluß des Lichtes nicht zu beobachten. Grüne Blätter, welche teilweise belichtet, teilweise verdunkelt worden waren, zeigen ebensowenig einen Unterschied bezüglich des Scutellarins wie am Morgen und Abend geerntete Blätter.

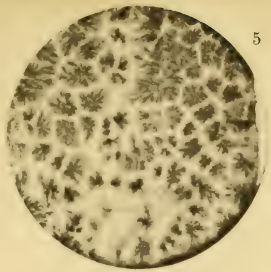
Beobachtungen an Dunkeltrieben ließen es wahrscheinlich erscheinen, daß eine Wanderung des Scutellarins stattfindet, und führten dazu, drei Arten des Vorkommens von Scutellarin zu unterscheiden: das sogenannte primäre oder autochthone Scutellarin, das zum erstenmal in belichteten Keimlingen auftritt, zweitens das transitorische, das von den Stellen der Erzeugung und von den Reservebehältern nach den Stellen des augenblicklichen Bedarfes wandert, drittens das Reservescutellarin in den Reservestoffbehältern. Für die Wanderung des Scutellarins spricht der Ringelungsversuch zu Beendigung der Blütezeit; denn es häuft sich dieser Stoff oberhalb der Ringelungswunde an, unterhalb derselben wird seine Menge geringer.

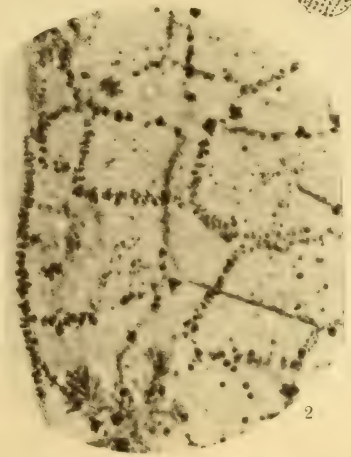
Über die Bedeutung des Scutellarins für die Pflanze kann nach den derzeitigen Untersuchungen kein abschließendes Urteil gefällt werden; in einzelnen Fällen scheint es möglicher-

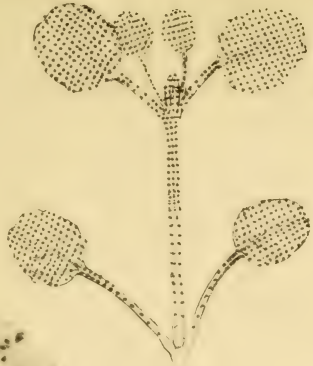
weise wie das Salicin und die Glykoside der Kastaniensamen als Reservestoff zu dienen.

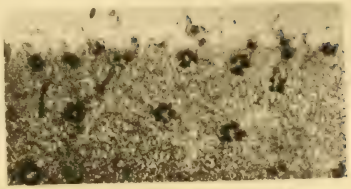
Figurenerklärung.

Fig. 1. *Scutellaria altissima* L., schematische Figur, verkleinert. Die Punktierung läßt die Verteilung des Scutellarins in der Pflanze erkennen.
Fig. 2. *Sc. altissima* L., Kelch. Fällung des Scutellarins in reihenweiser Anordnung längs der Nerven. Vergr. 65.
Fig. 3. *Sc. galericulata* L., Haar mit Nebenzellen, Anordnung der Scutellarinsphärite in den Nebenzellen. Vergr. 280.
Fig. 4. *Sc. galericulata*, Epidermis mit Haaren. Die dunklen Punkte geben die Sphärite in den Nebenzellen der Haare an. Vergr. 25.
Fig. 5. *Sc. altissima* L., Epidermis. Scutellarinreaktion nach Molisch. Vergr. 15.
Fig. 6. *Sc. altissima* L., Lichtkeimling von 3 Monaten. Verteilung des Scutellarins. Vergr. 2.
Fig. 7. *Sc. japonica* Morr. et Decaisn., Drüsenhaar. Scutellarinsphärite im Köpfchen. Vergr. 280.









Richter O. et Strecker E. fec.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Über das Aufblühen der Gräser

von

Heinz Zuderell.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Prag.
Nr. 122 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1909.)

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, das Aufblühen der Gräser in seiner Abhängigkeit von äußeren Faktoren, Licht, Wärme, Temperatur, Erschütterung etc.... zu verfolgen und gleichzeitig die bei der Anthese so hervorragend beteiligten Lodikeln einer anatomischen Untersuchung zu unterwerfen. Obwohl wir namentlich durch die Arbeiten Askenasy's[1], Hackel's[2], v. Liebenberg's[3], Rimpau's[4] und anderer über den Aufblühvorgang der Gramineen in vielfacher Beziehung genau unterrichtet sind und wertvolle Tatsachen aufgeschlossen wurden, so haben wir doch über die Einwirkung äußerer Faktoren nur unzureichende Kenntnis. Auch bedürfen manche Behauptungen einer erneuten experimentellen Überprüfung oder einer kritischen Sichtung.

Über Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. H. Molisch habe ich es nun unternommen, den eben skizzierten Aufgaben nachzugehen. Es drängt mich, ihm gleich hier für die Anregung zu dem vorliegenden Thema sowohl, sowie

---

[1] E. Askenasy, Über das Aufblühen der Gräser. Verh. d. Naturhist. med. Vereines zu Heidelberg, II. Bd., 4. H., p. 261 (1879).

[2] E. Hackel, Über das Aufblühen der Gräser. Bot. Ztg., 1880, p. 432.

[3] v. Liebenberg, Über das Aufblühen der Gräser. Wiener Land. Ztg., 1881, p. 288 und 300.

[4] Rimpau, Das Blühen des Getreides. Landw. Jahrb., 1882, p. 875.

für die Fülle von Winken und Ratschlägen, die er mir im Laufe der Zeit gab, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Auch ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Privatdozenten Dr. O. Richter für seine gütige Unterstützung und das mir stets bewiesene Interesse meinen herzlichsten Dank abzustatten.

. Die Bedeutung der Lodikeln für das Öffnen der Blüten.

Hackel's[1] Verdienst ist es vor allem, die Lodikeln in ihrer Bedeutung erkannt zu haben. Er erbrachte als erster den Beweis, daß bei allen Grasblüten, die sich während der Anthese öffnen, diese unscheinbaren Gebilde am Grunde der Blüte zwischen Fruchtknoten und Deckspelze die Hebeleinrichtung für das Fortbewegen der Deckspelze von der Vorspelze darstellen. Sie schwellen nämlich durch Wasseraufnahme aus den Nachbargeweben zur Zeit der Anthese rasch zu hellen zwiebelförmigen Körperchen an und verursachen dadurch das Spreizen der Blütenspelzen. Daraus ergibt sich auch umgekehrt die Folgerung, daß überall dort, wo diese Erscheinung der Spelzenspreizung nicht zutage tritt, die Lodikeln entweder gar nicht vorhanden oder aber so rudimentär entwickelt sind, daß sie diese Funktion nicht auszulösen vermögen. In der Tat konnte er auf Grund seiner Untersuchungen den Schlußsatz aufstellen: »Der Grad des Auseinandertretens der Spelzen steht im genauen Verhältnis zu der Ausbildung der Lodiculae und es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die Lodiculae selbst die Hebel jener Bewegung sind.«

Für die Höhe der Entwicklung der Lodikeln führt er dann auch charakteristische Gruppen und Vertreter an, so z. B. von jenen Gramineen, bei welchen die Lodikeln ihrer ganzen Ausdehnung nach kräftig anschwellen, die Paniceen, Andropogoneen und Arundinaceen, von jenen, bei welchen nur die Basis der Lodikel anschwillt, die Avenaceen, Festucaceen und Triticeen, von jenen mit rudimentär entwickelten Lodikeln, *Phleum* und *Phalaris*, und schließlich von jenen, welchen diese Gebilde ganz fehlen, *Anthoxanthum*, *Alopecurus*, *Nardus stricta* u. a.

Trennt man z. B. von einer Roggenähre, welche bereits abgeblühte geschlossene, blühende offene und noch unaufgeblühte, junge geschlossene Blüten zeigt, von mehreren Ährchen aller drei Stadien die Deckspelze los und betrachtet die Lodikeln in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen, so wird man mit freiem Auge oder schwacher Vergrößerung leicht die Unterschiede feststellen können. Die jungen Lodikeln zeigen zwar

[1] E. Hackel, l. c., p. 433.

auch eine glänzende Oberfläche, aber die charakteristische Zwiebelbildung ist noch nicht vorhanden, was mit der Angabe Rimpau's[1] übereinstimmt: »In den jungfräulichen Blüten fand ich dieselben (die Lod.) stets turgeszent, aber relativ dünn«. Alle frisch aufgeblühten hingegen zeigen die Lodikeln mit ihrer halbkugelförmigen Basis in hochgradiger Turgeszenz.

Dafür spricht auch eine Beobachtung Hackel's,[2] welcher zeigte, daß Lodikeln, wenn sie mit einer Nadelspitze gestochen werden, sofort ein Flüssigkeitströpfchen austreten lassen. Von der Richtigkeit dieser Angabe habe ich mich überzeugt, nur ist es notwendig, daß man äußerst feine Nadelstiche macht.

Rimpau[3] sagt sogar, daß er häufig an den in voller Turgeszenz stehenden Lodikeln Wassertröpfchen gefunden habe und hält es nicht für unmöglich, daß diese durch den Turgor herausgedrängt worden seien. Er fügt aber dann noch hinzu, daß eine mechanische Verletzung sehr leicht unbeabsichtigt möglich sei. Das letztere dürfte wohl auch, wenn es sich nicht um Kondensationswasser handeln sollte, in Wirklichkeit der Fall gewesen sein; ich konnte wenigstens nach vorsichtiger Präparation niemals Wassertröpfchen an der Oberfläche der Lodikeln bemerken.

Die Lodikeln abgeblühter, geschlossener Ähren zeigen ein wesentlich anderes Bild als die jugendlichen und die blühfrischen. Sie haben eine matte, weiße Oberfläche und sind zu dünnen faltigen Häutchen oder Schüppchen eingeschrumpft. Die Stadien der Blühreife und des Einschrumpfens werden unter günstigen Bestäubungsverhältnissen oft schon in dem überraschend kurzen Zeitraum von 15 bis 30 Minuten durchlaufen. Diese Schnelligkeit spricht dafür, daß es sich hier nicht um einen auf Zellvermehrung beruhenden Wachstumsvorgang, sondern um eine rapide, durch Wasseraufnahme bedingte Zellstreckung handelt.

Dasselbe hat auch Askenasy[4] in bezug auf das rasche Wachstum der Filamente durch genaue Beobachtungen und Messungen festgestellt. Ich habe diese Messungen wiederholt und kann sie nur vollinhaltlich bestätigen.

---

[1] Rimpau, l. c., p. 875.
[2] Hackel, l. c., p. 437.
[3] Rimpau, l. c., p. 785.
[4] Askenasy, l. c., p. 261 ff.

Daß die stark turgeszenten Lodikeln während der Anthese wirklich die Spelzen aus ihrem Verbande lösen und durch ihren Druck die Deckspelze von der Vorspelze bis zu einem gewissen Winkel abdrängen, kann aus verschiedenen Umständen erschlossen werden. So möchte ich hier anführen, daß es bisweilen bei sehr vorsichtigem Herauspräparieren der Lodikeln gelingt, das Zurückfedern der Deckspelze direkt beobachten zu können. Hiebei muß man namentlich trachten, die Deckspelze nicht über ihre normal gespreizte Lage zu bringen, weil man sonst eben an die Elastizität ihrer Gewebe zu hohe Anforderungen stellt. Ferner spricht auch der Umstand, daß nach erfolgter Bestäubung, womit gleichzeitig das Einschrumpfen der Lodikeln erfolgt, das Zurückgehen der Deckspelze aus der gespreizten in die geschlossene Stellung stattfindet, in gleicher Weise für die oben angeführte Bedeutung der Lodikeln.

Zudem hat bereits Hackel[1] dargetan und durch eine treffliche Zeichnung illustriert, daß die Lodikeln während der Anthese beiderseits fest und lückenlos an Ovarium und Deckspelze anschließen und der Schwellkörper selbst genau in die beim Abbiegen der Deckspelze von dieser gebildete Falte hineinpaßt. Schließlich hat auch Rimpau[2] gezeigt, daß die gespreizten Spelzen vor Entfernung der Lodikeln einen fühlbaren Widerstand entgegensetzen, während jedoch nach deren Entfernung ein kurzer Druck mit dem Finger genügt, um die Spelzen für immer zu schließen.

Der ganze Vorgang des Aufblühens unserer Gräser bietet aus dem Grunde schon so viel des Anziehenden und Interessanten, weil er sich bei manchen derselben mit Leichtigkeit direkt beobachten läßt. Ich bemerke gleich hier, daß mir als Objekt in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Versuchsanstellungen Roggen, *Secale cereale*, gedient hat, weil diese Pflanze das Aufblühen mit außerordentlicher Schnelligkeit besorgt und die Organe der Blüte hier relativ groß sind.

Es ist allbekannt, daß blühreife Roggenähren auf sehr verschiedentliche Art zum Aufblühen gebracht werden können: »durch leichtes Streichen der Ähre zwischen den Fingern, kräftiges Schütteln am Halm, Aneinanderschlagen der Ähren, manchmal bloßes Tragen der Ähre in der Hand und durch Herab-

[1] E. Hackel, l. c., p. 434 und 435.
[2] Rimpau, l. c., p. 785.

stellen des Pflanzentopfes auf den Boden« (Tschermak,[1] ferner auch Wilson[2]), »beim Streichen durch den Mund, beim Tragen unter dem Hute, Einschließen in die Hohlhand« (v. Liebenberg[3]) usw. Man weiß auch, daß der Wind beschleunigend auf das Abblühen des Roggens einwirkt.[4] Ja, manchmal genügt auch ein leiser Luftzug in einem Zimmer, durch irgendeine Ursache herbeigeführt, ein unvorsichtiges Auftreten auf den Fußboden in der Nähe der aufgestellten Objekte, ja auch das bloße Anfliegen einer einzigen Stubenfliege an eine blühreife Ähre, um den Anstoß zur Auslösung des Blühens zu geben.

Wie man sieht, handelt es sich bei allen diesen Blühauslösungsursachen um irgendeinen mechanischen Akt, der die Veranlassung gibt zu dem Anschwellen der Lodikeln und damit dem Spreizen der Spelzen und in weiterer Folge zu dem Hervortreten der Staubgefäße, kurz zum Aufblühen überhaupt. Welcher Art ist nun dieses merkwürdige Verhalten der Lodikeln?

II. Sind die Lodikeln Organe für mechanische Reizung?

Tschermak[5, 6] hat in zweien seiner Abhandlungen die Ansicht ausgesprochen, das Spreizen der Spelzen, Heraustreten und Platzen der Antheren am blühreifen Roggen sei eine Turgeszenzbewegung infolge mechanischer Reizung. In derselben Arbeit heißt es: »Die Lodiculae ein mechanisch reizbares Turgeszenzorgan, ein excitomotorischer Apparat«. Für die Beurteilung der Richtigkeit der Tschermak'schen Behauptung scheint es mir von Wichtigkeit zu prüfen, ob das Aufblühen der Gräser auch ohne jede mechanische Reizung erfolgen kann. Da sich nun in der freien Natur wohl kaum die Gelegenheit bieten dürfte, die Beobachtungen derart anzustellen, daß man sagen kann, die Pflanze sei bei vollständiger Ruhe aufgeblüht, so war es notwendig, dies im Laboratorium durch möglichst einwandfreie Experimente durchzuführen.

---

[1] E. Tschermak, Über künstliche Auslösung des Blühens beim Roggen. Berichte der d. bot. Gesellsch., Heft 8, p. 445 ff.

[2] Wilson, nach Just's Bot. Jahresber. für 1875, p. 903.

[3] v. Liebenberg, zitiert nach Tschermak, l. c.

[4] Nowacky, zitiert nach Tschermak, l. c.

[5] E. Tschermak, l. c., p. 447.

[6] E. Tschermak, Die Roggenblüte künstlich auslösbar. Deutsche landw. Presse, 1904, Nr. 85.

Vorbereitung der Versuche. Zu diesem Zwecke wurden die einschlägigen Versuche im Sammlungszimmer des hiesigen k. k. Pflanzenphysiologischen Institutes durchgeführt. Es ist dies ein großes, gegen Südwest gelegenes Zimmer mit fünf Fenstern, wovon ich zwei an der Südwestecke, das eine gegen Süden mit Vormittagssonne, das andere gegen Westen mit Nachmittagssonne gelegene, zur Benützung übernahm. Die Fugen der Fensterrahmen wurden, um einen Luftstrom vom Freien auf die Objekte zu verhindern, noch durch mit Reißnägeln befestigtes Papier verschlossen, trotzdem es Doppelfenster waren. Die Türe, durch welche man das Zimmer betritt, befindet sich in jener Ecke, die diagonal gegenüber liegt derjenigen, wo die Versuche aufgestellt wurden. Überdies stehen im Innern des Museums mannshohe und 4 *m* lange Sammlungskästen, die einen zu den Längs-, die anderen zu den Breitseiten der Wände parallel gestellt, so daß ein direkter Luftzug von der Türe zur Versuchsecke wohl so gut wie ausgeschlossen ist.

Das Material verschaffte ich mir von Fall zu Fall aus der kornreichen Umgebung Prags und der kühle Monat Juni des Sommers 1907 gewährte mir einen verhältnismäßig langen und ausgiebigen Gebrauch des so außerordentlich günstigen Materials von *Secale cereale*. Selbstredend muß man beim Sammeln im Freien und Überbringen in das Zimmer fast stets auf eine Blütenperiode verzichten, weil durch das Ausziehen oder Abschneiden und Tragen bei allen völlig entwickelten Ährchen der Blühvorgang ausgelöst wird. Eine Pflanze beansprucht aber stets einen Zeitraum von 3 bis 4 Tagen zu ihrem völligen Abblühen, weshalb man also immer noch auf eine oder zwei ausgiebige Blüteperioden rechnen kann. Unterdessen muß ja ohnedies wieder frisches Material aus dem Freien beigebracht werden, da man mit Recht einwenden könnte, daß die Pflanzen durch längeres Stehen im Zimmer leiden und daher auch nicht mehr als ganz einwandfreie Objekte angesehen werden können.

Danach ergaben sich folgende Vorbereitungen zu den Versuchen, die stets peinlich beobachtet wurden. Um bei der nächsten Anthese ein möglichst deutliches Bild zu erhalten, wurden, nachdem sich die Spelzen wieder geschlossen hatten, von dem zuerst abgeblühten Materiale vor Einstellung des Versuches die entleerten Antheren samt den Filamenten mit einer Pinzette vorsichtig entfernt. Die Objekte wurden dann noch einige Zeit kontrolliert, um auch, was nicht selten der Fall war, infolge dieser Handhabung noch nachträglich zum Aufblühen gebrachte Ährchen abermals in derselben Weise zu behandeln.

Die eigentliche Versuchsanstellung. Es wurden stets mehrere (5 bis 7) Ähren in je ein Glas gegeben. Der Versuchstisch am Fenster, die Sammelkästen mit ihrer massiven Konstruktion boten nun genug Gelegenheit, die Versuchsobjekte

möglichst zitterfrei und ungefährdet durch Erschütterung aufzustellen.

Versuchskontrolle. Der Aufenthalt im Zimmer wurde auf das kleinste Maß und die geringsten Bewegungen eingeschränkt, sowie überhaupt jegliche Vorsichtsmaßregel angewandt, z. B. vorsichtiges Gehen auf den Zehenspitzen, Unberührtlassen der Gefäße, Geschlossenhalten des Mundes und Einhalten des Atems in der Nähe der Gefäße u. s. w. Vor Verlassen des Zimmers wurde dann stets noch einmal alles genau besichtigt und allfällige kleine Veränderungen betreffs Blühens notiert.

Versuchsergebnis. Nach Verlauf von 1 bis 2 Tagen, je nach der individuellen Entwicklungsfähigkeit der einzelnen Ähren, waren bereits wieder mehr oder minder zahlreiche Ährchen frisch aufgeblüht! Es dürfte also wohl nicht mehr zweifelhaft sein, daß *Secale* spontan, ohne äußeren mechanischen Anstoß aufzublühen vermag. Tschermak[1] führt auch selbst an: »Oft mag ja ein sehr geringer mechanischer Reiz den Blühvorgang auslösen, vielleicht ist auch das nicht notwendig, ja auch tatsächlich der Fall, daß eine Ähre sich schließlich spontan zu öffnen vermag«. Jedoch fand ich keine Angaben von diesbezüglichen genaueren Versuchen in seinen Abhandlungen.

Tschermak legt einen besonderen Wert darauf, daß es sich in den Lodikeln um einen excitomotorischen Apparat handelt, der auf einen mechanischen Reiz hin direkt reagiert. Das normale Aufblühen des Roggens bei Ausschluß von mechanischen Erschütterungen scheint mir aber gegen die Tschermak'sche Ansicht zu sprechen und die andere ursprüngliche Meinung einfacher und erklärlicher zu machen, wonach die künstliche Auslösbarkeit des Blühens beim Roggen lediglich auf der Beseitigung eines Hindernisses von seiten der festverbundenen Spelzen, der Aufhebung einer latenten Spannung beruht.

Dieselbe Ansicht vertritt Askenasy[2] in bezug auf die Streckung der Filamente: daß man bei solchen Grasblüten, die zum Aufblühen reif sind, zu

[1] E. Tschermak, l. c., p. 448.

[2] E. Askenasy, l. c.

jeder Tageszeit das Auswachsen der Filamente bis zu ihrer vollständigen Länge veranlassen könne, wenn man die beiden Spelzen der Blüte auseinander biegt. »Diese beiden Spelzen wirken hier somit als Hemmungseinrichtung.« Mit den weiteren Angaben Askenasy's stimmen auch jene v. Liebenberg's[1] überein, daß die noch geschlossenen Spelzen durch ihre Form die Staubfäden zurückhalten. Seine Meinung nun, wie es komme, daß schon nach kurzer Zeit neue Staubfäden hervortreten, wenn man eine Ähre mit schon herausgetretenen Staubfäden mehrmals zwischen den Lippen durchzieht — ein Vorgang, durch den jene abgestreift werden — ist folgende: »Es sind einfach die Spelzen etwas in ihrer normalen Lage verschoben worden und das genügt, um die Fäden zum Wachstum zu veranlassen.« Askenasy[2] sagt ferner: »Wenn die Staubfäden der Gräser unter natürlichen Verhältnissen zu einer bestimmten Zeit auswachsen, so ist dies eine Folge davon, daß die Spelzen der Blüten zu einer bestimmten Zeit auseinanderweichen.«

Der Grund davon aber, daß die Spelzen der Blüten zu einer bestimmten Zeit sich öffnen, dürfte wohl der sein, daß die Lodikeln schließlich in ihrer Entwicklung ein solches Stadium erreicht haben, daß sie eben vermöge dessen allein schon, ohne irgendeinen äußeren mechanischen Faktor imstande sind, spontan die Hemmung zu überwinden und das Spreizen der Spelzen zu veranlassen. Das Auswachsen der Filamente erfolgt als gleichzeitige Erscheinung. Unter den Verhältnissen, wie sie sich im Freien ergeben, wird wohl das Aufblühen infolge eines äußerlichen Anstoßes weit häufiger der Fall sein als infolge voll erreichter Entwicklung bei absoluter Ruhe. Wenn eben die Lodikeln knapp vor ihrer vollständigen Entwicklung angelangt sind, so genügt schon der kleinste mechanische Anlaß, den Druck infolge Elastizität der Deckspelzenbasis zu beseitigen, die Spelzen aus ihrem Verbande zu lösen und dadurch eine rasche Wasseraufnahme von seiten der Lodikeln zu ermöglichen.

Tschermak[3] glaubt öfters nach Abreißen der Deckspelze in wenigen Sekunden ein deutliches Anschwellen der Lodikeln zu hellen, glänzenden Bläschen direkt gesehen zu haben. Daß dies tatsächlich der Fall ist, kann man auch durch folgendes Experiment beweisen: man lockert an einer Ähre die Spelzen ein wenig aus ihrem Verbande und beobachtet sie: die Deck-

[1] v. Liebenberg, l. c., p. 288.
[2] Askenasy, l. c., p. 261.
[3] E. Tschermak, l. c., p. 447.

spelze federt scheinbar gleich wieder vollständig in ihre frühere Stellung zur Vorspelze zurück, aber bereits nach Verlauf von 1 oder 2 Minuten wird man ein deutliches Spreizen mit fühlbarem Widerstande wahrnehmen können: die Lodikeln sind hochgradig turgeszent geworden! Jedoch scheinen mir diese zwei Versuche zum mindesten in gleichem Maße Anspruch erheben zu können auf die Annahme der Beseitigung eines Hemmnisses als auf jene einer direkten Reizerscheinung.

Anders würde es sich allerdings verhalten mit folgender Angabe Tschermak's:[1] »Wurde die Deckspelze sehr sorgfältig entfernt, so blieben die Lodikeln zunächst unverändert und die Anschwellung schien erst auf direkte Berührung einzutreten«. Ich habe mich oft bemüht, diesen Versuch nachzumachen, bei Roggen sowohl wie bei Weizen, allein stets mit negativem Erfolge. Leider spricht sich Tschermak über diese Versuchsanstellung nicht genauer aus, führt keine Messungen an, ferner erwähnt er nicht, ob er den Versuch unmittelbar nach Bloßlegung der Lodikeln gemacht habe. Bei meinen Versuchen erfolgte entweder direkt auf Entfernen der Deckspelze das Anschwellen der Lodikeln und Strecken der Filamente, oder aber, wenn dies nicht der Fall war, so traten diese Erscheinungen auch nicht mehr auf ein direktes Berühren hin ein.

III. Einfluß äußerer Faktoren auf das Aufblühen.

1. Transpiration.

Versuchsanstellung. Zimmertemperatur: zirka 20° C. Sechs blühreife Roggenähren wurden in ein mit Wasser gefülltes Glas gegeben und unter Glasglocke in einer Keimschale mit Wasserabschluß ruhig im Lichte stehen gelassen.

Kontrolle: Derselbe Versuch ohne Glasglocke.

Bei dem Versuche befanden sich also die Pflanzen im dampfgesättigten Raume, wo Transpiration ausgeschlossen ist. Die Versuche wurden natürlich oftmals wiederholt und ergaben immer denselben Erfolg: es zeigt sich beiderseits ein kräftiges Aufblühen, doch ist man regelmäßig geneigt, das Blühen des

[1] E. Tschermak, l. c., p. 447.

freistehenden Versuches ein stärkeres zu nennen, was sich denn auch tatsächlich als richtig erweist. Hebt man nämlich vom Versuche vorsichtig die Glasglocke ab — ohne eine der Ähren zu streifen! —, so kann man des öfteren noch das eine oder andere Ährchen frisch aufblühen sehen. Gleichzeitig tritt auch an einem Teile der frisch aufgeblühten Ähren noch ein kräftiges Stäuben ein, was jedenfalls auf Austrocknen der Antherenwandungen beruht. Rimpau[1] teilt mit, daß Blackley denselben Versuch unter Glasglocke gemacht habe, wobei kein Platzen der Antheren eintrat. Bei meinen Versuchen vermochte stets ein Teil auch beim Aufblühen unter der Glasglocke zu stäuben, namentlich dann, wenn dies im direkten Sonnenlichte vor sich ging.

Man kann also annehmen, daß Transpiration das Aufblühen von *Secale*, wenn auch in geringem Maße, begünstigt. Es darf dies gar nicht überraschen, denn wir wissen auf Grund der Untersuchungen von Wiesner,[2] daß das Öffnen vieler Blüten durch Transpiration gefördert wird.

2. Temperatur.

Godron[3] hat nebst genauen Angaben der Tagesstunden, in welchen das Aufblühen der verschiedenen Getreidearten erfolgt, auch die Temperaturminima, bei welchen es noch vor sich gehen kann, bestimmt. (Für Roggen 14° C.) Ich habe darüber keinerlei nähere Versuche angestellt, da es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß das Aufblühen innerhalb gewisser Temperaturgrenzen mit wechselnder Raschheit erfolgt.

Mir war hauptsächlich daran gelegen zu konstatieren, ob Ähren, die sich bereits in einer zum Aufblühen günstigen Temperatur befanden, durch größere Temperaturschwankungen in ihrem Blühen beeinflußt werden können.[4] Ich benutzte dazu

[1] Rimpau, l. c., Der Roggen.

[2] J. Wiesner, Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen.

[3] Godron, De la floraison des Graminées. Mém. de la soc. nat. des sciences nat. de Cherbourg, XVIII, p. 105 (1873), zitiert nach Just's Bot. Jahresber., Jahrg. 1873, p. 367.

[4] Zunächst wollte ich wissen, ob durch Einstellen der Ährenstiele in Wasser von höherer Temperatur das Aufblühen gefördert wird.

kommunizierende Gefäße und gab auf der einen Seite mehrere Exemplare hinein, während der andere Teil frei blieb, um am nächsten Tage Wasser von einer anderen Temperatur nachgießen zu können, ohne die Pflanzen zu erschüttern. Als Kontrolle dienten Exemplare, die sich in Gefäßen mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur befanden. Die Zimmertemperatur variierte zwischen 19 und 23° C. Die Temperaturen der Flüssigkeiten stiegen bis auf 42° C. einerseits und sanken auf 14° C. andrerseits. Die Objekte wurden dann jedesmal geraume Zeit hindurch beobachtet. Niemals trat jedoch irgendeine Veränderung ein, weder am Versuche selbst noch an der Kontrolle. Wurden hingegen die Gefäße leicht erschüttert oder die Ähren sanft mit der Hand bestrichen, so stellte sich auch alsbald schon das Aufblühen ein.

Auch v. Liebenberg sagt über das Aufblühen von Ähren, welche in der Hohlhand getragen werden: »Hierbei ist Wärmezufuhr kein wesentliches Agens: Einer blühreifen Pflanze entnimmt man vorsichtig eine Ähre und gibt sie in einen Wärmeschrank von 30° C.; es tritt kein sofortiges Blühen ein, wohl aber auf Streichen hin.« Ich kann diesen Versuch v. Liebenberg's, den ich bei verschiedenen Temperaturen im Wärmeschranke wiederholte, vollauf bestätigen.

3. Licht.

Bei den Versuchen, die ich in bezug auf die Möglichkeit des Aufblühens bei vollständiger Ruhe machte, fiel es mir des öfteren auf, daß die Exemplare, welche am Südfenster aufgestellt waren, am Vormittag und jene am Westfenster am Nachmittag aufblühten, obwohl sie doch genau in gleicher Weise behandelt und zur selben Zeit eingestellt worden waren. Ich glaubte dabei auch bemerken zu können, daß gerade diejenigen, welche von den direkten Sonnenstrahlen getroffen wurden, aufblühten. Ich ging deshalb näher auf die Sache ein und möchte hier die nachfolgenden Tabellen zur Illustration dessen beifügen, wobei nur noch bemerkt werden möge, daß + Sonne, — diffuses Tageslicht bedeutet.

Versuch *A*, Südfenster.

Versuchszeit	Sonne	Diffuses Tageslicht	Aufgeblüht
28./V. vormittags	+		ja
28./V. nachmittags		—	nein
29./V. vormittags	+		ja
29./V. nachmittags		—	nein
30./V. vormittags	+		ja
30./V. nachmittags		—	nein
31./V. vormittags	+		ja
31./V. nachmittags		—	nein

Versuch *B*, Westfenster.

Versuchszeit	Sonne	Diffuses Tageslicht	aufgeblüht
27./V. vormittags		—	nein
27./V. nachmittags	+		ja
28./V. vormittags		—	nein
28./V. nachmittags	+		ja
29./V. vormittags		—	nein
29./V. nachmittags	+		ja
30./V. vormittags		—	nein
30./V. nachmittags	+		ja
31./V. vormittags		—	nein
31./V. nachmittags	+		ja

Die Tabellen bedürfen wohl keiner weiteren Erläuterung.

Nun konnte einen Schritt weiter gegangen werden. Ich ließ die Vorhänge herunter und wartete ab bis zum nächsten Tage, den 1. Juni mittags, wo beim Aufziehen des Vorhanges am Südfenster mit einem Male wo möglich alle dortselbst aufgestellten Objekte von den direkten Sonnenstrahlen getroffen werden mußten. Der Erfolg ist überraschend, das Beobachten in einem vollständig ruhigen Zimmer, wo man seine ganze Aufmerksamkeit auf das Experiment allein konzentrieren kann,

so günstig, daß ich es mir an dieser Stelle nicht versagen kann, den Blühvorgang des näheren zu schildern: Mit größter Vorsicht wird der Vorhang aufgezogen, voller Spannung schaut das Auge auf die noch ruhig stehenden Ähren; da, in der nächsten halben Minute schon, nimmt man ein eigenartiges Geräusch war, ein leises Knistern: die Spelzen beginnen sich aus ihrem Verbande zu lösen, es ist das Signal zu dem nun anschließenden entzückenden Phänomen! Da und dort, oben zwischen den Spelzen, lugen schon die schön violetten Spitzen der Antheren schüchtern hervor, alsbald beginnt ein allgemeines Drängen, in jeder Blüte scheint ein Wettstreit zwischen den drei schwesterlichen Antheren zu entstehen, welche von ihnen zuerst der engen Umhausung entrücken könne! Das zarte, schwache, sich immer mehr streckende Filament vermag ihr Gewicht nicht mehr zu ertragen: es kippt um, die anderen folgen nach, kleine Staubwölkchen von Pollenkörnern um sich ausstreuend; ein eigenartiges Drehen und Zucken scheint sie zu durchbeben; sie sind oben knapp unter der Spitze geplatzt, die austretenden Antheren werden immer zahlreicher, die Staubwölkchen immer häufiger und größer, bis schließlich das Stäuben ein allgemeines ist; Millionen und aber Millionen von Pollenkörnern bedecken den Tisch rings um die Gefäße. Das alles ist das Werk von wenigen Minuten, so daß man also im wahren Sinne des Wortes das Gras nicht nur wachsen sehen, sondern auch wachsen hören kann! (Siehe Fig. 1 und 2, Tafel I.) Das Aufreißen der Antheren und Schleudern der Pollen geht manchmal mit solcher Wucht vor sich, daß Herr Prof. Molisch einmal direkt beobachten konnte, wie eine Anthere in wagrechter Linie fortgeschleudert wurde und an einer Granne hängen blieb. Wenige Tage hernach konnte auch ich dasselbe bei einem Versuch unter der gelben Senebier'schen Glocke, von der sofort die Rede sein wird, beobachten.

Nachdem ich mich so des öfteren davon überzeugt hatte, daß das direkte Sonnenlicht das Aufblühen von *Secale* in hervorragendem Maße auszulösen vermag, konnte nun auch festgestellt werden, daß das Licht allein ohne Verbindung mit Wärme diese Fähigkeit besitzt. Ich füllte zu diesem Zwecke eine Senebier'sche Glocke mit Wasser behufs Absorbierung

des größten Teiles der Wärmestrahlen und stülpte sie über die zu beobachtenden Roggenähren.

Der Kontrollversuch stand bei diesem sowie bei den folgenden Versuchen stets an einer Stelle des Zimmers, welche durch das Aufziehen des Vorhanges keine Veränderung in der Belichtung erfuhr.

Der Erfolg bei aufgezogenem Vorhange war genau derselbe wie vorher. Kontrolle: kein Aufblühen. Da nun erwiesen war, daß das Licht einen bedeutenden Einfluß besitzt, ging ich daran festzustellen, ob sowohl die blaue als auch die rote Hälfte des Spektrums den Blühvorgang auszulösen vermögen oder nur gewisse Strahlen. Ich bereitete daher für den nächsten Tag folgenden Versuch vor:

a) eine gewöhnliche Senebier'sche Glocke (mit Wasser),
b) eine orangene (mit Kaliumbichromat),
c) eine blaue (mit schwefelsaurem Kupferoxydammoniak),
d) Ähren ohne Glocke.

Jedes Glas zählte sechs Exemplare.

Da sich aber tagsdarauf die Sonne nicht zeigen wollte, entschloß ich mich, mit allerdings nicht gerade großen Erwartungen, die Objekte im diffusen Tageslichte zu beobachten und zog den Vorhang auf. Wie überrascht war ich aber, alsbald denselben Effekt wie tagszuvor verzeichnen zu können. Ich wiederholte die Versuche (am 13., 15. und 17. Juni) in Gegenwart mehrerer Personen — wie dies ja auch in den früheren Fällen geschehen war — immer mit demselben positiven Resultate, während beim Kontrollversuche niemals ein Effekt zu beobachten war. Es dürfte also wohl der Schluß berechtigt sein: Eine plötzlich eintretende größere positive Lichtintensitätsschwankung vermag den Blühvorgang in überraschend kurzer Zeit an *Secale cereale* auszulösen, und zwar fördert sowohl die blaue als auch die rote Hälfte des Spektrums dieses Phänomen, vorausgesetzt natürlich, daß die nötigen Bedingungen in der Entwicklung der Blüten gegeben sind.

Im Anschlusse daran möchte ich noch ein drastisches Beispiel anführen. Ich hatte am 21. Juni, 12^h mittags einen Versuch angestellt und zu diesem Behufe die abgeblühten Antheren mit der Pinzette (wie früher) extrahiert, wobei die Ähre in der Hand gehalten wurde, also dem Drucke der Finger und leichten

Erschütterungen ausgesetzt war. Bis Nachmittag erfolgte kein Aufblühen mehr. Um 4^h trat ein heftiges Gewitter mit sehr starker Verdunkelung ein. Kurze Zeit nachher, um $4^h\ 45^m$, wieder heller Sonnenschein. Ich zog den Vorhang auf. Nach wenigen Minuten war bereits wieder ein kräftiges Blühen eingetreten! Diese sehr starke und rasche positive Lichtintensitätsschwankung vermochte also bereits nach $43/4$ Stunden seit dem letzten Blühen die Anthese wieder auszulösen.

Ich machte ferner Versuche, um zu erfahren, wie sich die Ähren in schwacher Beleuchtung und in völliger Dunkelheit verhalten.

Godron[1] zieht aus dem Umstande, daß unter den Gräsern keine Nachtblumen vorkommen, den etwas merkwürdigen Schluß, daß das Licht für das Aufblühen der Gräser nicht ohne Nutzen sein könne. Indes blühten ihm in einem dunklen Zimmer in Wasser gestellte und ebenso in der Botanisierbüchse gelassene Exemplare verschiedener Grasarten zur normalen Zeit oder nur wenig verspätet auf.

Ich möchte hier drei Versuche anführen, die ich in dieser Hinsicht gemacht und wiederholt habe.

1. Das Innere eines chemischen Herdes genießt vermöge seiner Lage und der Konstruktion des Herdes eine verhältnismäßig geringe Lichtintensität. Um ein möglichst deutliches Bild zu erhalten, benützte ich bei diesem sowie den folgenden zwei Versuchen stets eine größere Anzahl von Ähren (10 bis 14) und ließ sie bis zum nächsten Tage ruhig stehen.

2. Die Ähren wurden in der Dunkelkammer in einer Entfernung von 25 *cm* vor einer elektrischen Glühbirne von 32 Kerzenstärke aufgestellt.

3. Der dritte Versuch fand in den folgenden Tagen gleichfalls in der Dunkelkammer statt, jedoch ohne jegliche Lichtquelle.

Der Kontrollversuch befand sich im normalen Tageslichte im Sammlungszimmer. Die Resultate dieser drei Versuche kann ich, da sie sich decken, im folgenden zusammenfassen: Einige Ähren weisen eine normale Anthese auf, doch ist die Zahl der Blüten eine relativ geringe, ein Teil der Ährchen zeigt sich mit halbgeöffneten Spelzen und schwach hervortretenden Antheren, die übrigen sind nicht aufgeblüht.

---

[1] Godron, l. c., zitiert nach Just's Bot. Jahresber.

Die Kontrollversuche zeigen zur selben Zeit das gewöhnliche Bild einer kräftigen Anthese. Dunkelheit vermag also zwar den Blühvorgang nicht völlig aufzuhalten, wohl aber einen hemmenden Einfluß auszuüben, da an zahlreichen Ährchen »das Bestreben aufzublühen« konstatiert werden konnte.

Andere günstige Versuchsobjekte.

Im Anschlusse an das Vorhergehende möchte ich hier noch einige Versuche mitteilen, die sich auf andere Gräser beziehen.

Einige Zeit hindurch stand mir sehr kräftiges Blühmaterial von *Triticum sativum* zur Verfügung und ich benützte diese Gelegenheit, die Erfahrungen, die ich an Roggenblüten gemacht hatte, auch an solchen von Weizen bestätigen zu können.

Bei der Wiederholung der vorhergehenden Versuche über Transpiration, mit und ohne Glasglocke, über Lichtwirkung im direkten und diffusen Lichte konnte dasselbe Ergebnis verzeichnet werden wie bei *Secale cereale.*

Ein ganz hervorragend günstiges Material habe ich in *Bromus erectus* und *Br. inermis* gefunden. Diese schönen Gräser mit ihrer aufrechten, gleichmäßig ausgebreiteten Rispe sind wie geschaffen dazu, ein geradezu überraschend klares Bild einer raschen Anthese zu geben. Kaum ist man mit dem Abpflücken einiger Pflanzen fertig, als auch schon allenthalben die prachtvollen schwefelgelben bis purpurroten Antheren hervorbrechen.

Die Versuche, die ich mit *Br. erectus* und *Br. inermis* in direktem Sonnenlichte (vgl. Fig. 3, Taf. II), in diffusem Tageslichte und in der Dunkelkammer angestellt habe, bestätigten mir vollinhaltlich meine diesbezüglichen früheren Beobachtungen an *Secale* und *Triticum*. Leider war durch die Erschütterungen beim Abreißen oder Abschneiden und Nachhausetragen regelmäßig bereits eine so große Zahl von Ährchen abgeblüht, so daß sich diese Pflanze zu Zimmerversuchen weniger eignen dürfte als etwa *Secale*. Hingegen ist das Bild der ersten Anthese infolge eines mechanischen Anstoßes wegen der günstigeren Gestaltungsform und der größeren Anzahl von Ährchen bei

Bromus erectus und *inermis* ein vollkommeneres als bei *Secale cereale.*

Zur Anatomie der Lodikeln.

Hackel[1] hat in einer weiteren Arbeit auch über die Anatomie der Lodikeln, speziell von *Triticum durum*, bemerkenswerte Mitteilungen gemacht und uns dadurch im allgemeinen über den anatomischen Bau dieser zarten Gebilde in Kenntnis gesetzt. Er hat darauf hingewiesen, daß die drei Zellkomplexe, die ein normales Blatt besitzt, Haut-, Grund- und Stranggewebe auch den Lodikeln zukommen und beschreibt dann des genaueren die Epidermis- und Parenchymzellen sowie die Gefäßbündel von *Triticum durum*.

Da ich die Lodikeln einer größeren Anzahl von Gräsern zu untersuchen Gelegenheit hatte, so möchte ich an dieser Stelle nur noch eine etwas allgemeinere Beschreibung sowie anderweitige Beobachtungen und Erfahrungen beifügen.

Die Epidermis besteht meist aus langgestreckten, im Querschnitte rundlichen oder polygonalen Zellen. Dies gilt namentlich von der morphologischen Unterseite und betreffs Oberseite von der Spitze gegen die Basis zu so weit, bis die zwiebelförmige oder halbkugelige Anschwellung der Lodikel, der Schwellkörper, einsetzt. Dieser selbst ist von kürzeren und etwas breiteren Oberhautzellen überzogen, die in ihrer Flächenansicht bezüglich äußerer Form den darunter liegenden Mesophyllzellen nahe kommen. Demgemäß sind auch die Epidermiszellen jener Lodikeln, welche ihrer ganzen Ausdehnung nach kräftig turgeszent sind, an der ganzen Oberfläche kürzer und breiter als an der Unterseite und treten papillös vor, so z. B. bei *Zea Mays, Glyceria fluitans, Melica ciliata* u. a.[2]

Die Epidermis der Lodikeln besitzt keinerlei Spaltöffnungen.

---

[1] E. Hackel, Untersuchungen über die Lodiculae der Gräser. Engler, Bot. Jahrb., I (1881), p. 358. Zur Anatomie der Lodiculae.

[2] Die Lodikeln dieser drei genannten Pflanzen führen uns übrigens einen interessanten Verwachsungsprozeß vor Augen. Während nämlich die Lodikeln von *Zea Mays* mit Ausnahme der gemeinsamen Ansatzstelle an der Basis sich völlig frei entwickelt haben, sind jene von *Glyceria fluitans* an ihrer Unterseite bereits verwachsen und nur mehr an der Oberseite durch einen kleinen Spalt in der Mitte getrennt. Die Lodikeln von *Melica ciliata* hingegen sind vollends in eine einzige von bogenförmiger Gestalt übergegangen.

Die Außenwand der Epidermiszellen ist verdickt und an zarten Querschnitten läßt sich unschwer eine mehrfache Schichtung feststellen.

Haare sind bei den Lodikeln eine keineswegs seltene Erscheinung, z. B. bei *Secale cereale, Hordeum sativum, Elymus arenarius, Brachypodium pinnatum* u. a. Sie bedecken in geringerem oder höherem Grade die Oberfläche und die Seitenränder von der Mitte der Lodikel bis zur Spitze. Gewöhnlich sind sie einzellig, spitz endend, selten dreizellige Drüsenhaare. Mit Phloroglucin + Salzsäure behandelt, zeigen ihre Wände die typische Wiesner'sche Holzstoffreaktion.

Das Mesophyll wird aus gleichartigen, im Schwellkörper rundlichen, im oberen, dünnschichtigen Teile mehr langgestreckten, mit schiefen Querwänden aufeinanderstoßenden Parenchymzellen von meist sehr zarten elastischen Membranen gebildet. Der Zellkern tritt, namentlich bei Benutzung von Aufhellungs- oder Tinktionsmitteln, wie Chloralhydrat und Methylgrün-Essigsäure, gewöhnlich sehr deutlich hervor. Er ist ziemlich groß, kugelig oder, wenn länglich, an einer der Zellwände gelagert. Er besitzt eine sehr feinkörnige Struktur mit einem, hin und wieder auch mehreren Kernkörperchen (Nucleoli).

Unter dem Mikroskop in Wasser gesehen, stellt sich uns die Lodikel meist als einfaches, weißlich glänzendes Gebilde dar, dessen Einförmigkeit nur durch das zarte vielmaschige Netz der Zellkonturen und die bei etwas derberen Lodikeln als dunklere Streifen durchscheinenden Gefäßbündelstränge unterbrochen wird.

Jedoch gehören auch lebende, organoide und sonstige Innaltskörper der Zelle keineswegs zu den Seltenheiten. So kann man des öfteren beobachten, daß, namentlich bei manchen Arten, z. B. *Sesleria coerulea, Bromus ciliatus, Br. Bibersteini* usw., der mittlere Streifen der ungeschwellten Hälfte blaßgrüne Chlorophyllkörner enthält. An ihrer Stelle kommt auch, vielleicht als Umsatzprodukt, Stärke vor (*Poa pratensis, Koeleria cristata, Festuca vaginata* u. a.). Bei *Brachypodium pinnatum* fand ich stets zu beiden Seiten dieses eben genannten Streifens — der hier übrigens stark verdickte, getüpfelte

Zellwände aufweist — in jeder Zelle je ein kleines, glänzendes Kügelchen. Bei stärkerer Vergrößerung zeigt es sich in lebhaft rotierender und schwingender Bewegung, wobei es durch sein allmähliches Wandern im Zellinneren die Protoplasmaströmung verrät, wie selbe auch in den Filamenten sehr gut zu sehen ist.

Die Zellen des Schwellkörpers dieser Pflanze sowie mancher *Bromus*-Arten, z. B. *Br. inermis*, *Br. erectus* und *Br. ciliatus*, bergen in ihrem Inneren einen kleinen Sphärit, vermutlich von Calciumoxalat, der im Polarisationsmikroskop schön aufleuchtet.

Vorläufig konnten bei diesen *Bromus*-Arten auch eigentümliche »sphäritartige« Gebilde in der oberen Hälfte der Lodikel beobachtet werden, von denen man sich am besten eine Vorstellung wird machen können, wenn man die beigegebene Fig. 4, Taf. II, betrachtet. Sie liegen, meist mehrfach zusammengesetzt, mitten in der Zelle oder unter Umständen auch dem einen oder anderen Ende genähert. Betrachtet man sie im polarisierten Lichte, so hellen sie das Gesichtsfeld nur sehr schwach auf. In konzentrierter Essigsäure lösen sie sich nicht. Bei Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure sowie mit Salzsäure tritt Lösung ein. Verdünnte Schwefelsäure läßt nach kurzer Zeit in denselben Zellen, wo diese Gebilde vorhanden waren, reichlich Krystalle anschießen, so daß die Vermutung nicht von der Hand zu weisen ist, daß vielleicht das Calcium bei der Bildung dieser »Sphärite« mitbeteiligt gewesen ist, doch ist eine genaue mikrochemische Charakteristik dieser »Krystallformen« noch ausständig.

Bemerkenswert erscheint das Vorkommen einer verhältnismäßig großen Anzahl von zarten Gefäßbündeln im Schwellkörper, die bei kräftig entwickelten Exemplaren unserer Getreidearten oft die Zahl 30 übersteigt (vgl. Fig. 5, Taf. II). Diese Tatsache findet ihre Begründung in der Rolle, welche die Lodikeln bei der Anthese spielen. Vorerst mäßig turgeszent, schwellen sie zur Zeit des Aufblühens zu augenscheinlich beinahe bis zum Platzen gefüllte Wasserreservoire an, so daß die Zellwände oft papillös vorgewölbt werden, wobei ihnen dieses treffliche Kanalisationssystem allseits die besten Dienste leistet. Offenbar sind zu diesem Zwecke in den Schwellkörperzellen Stoffe vorhanden, welche stark osmotisch wirken. Tatsache ist, daß die Fehling'sche Lösung die charakteristische Zuckerreaktion hervorruft und konzentrierte Schwefelsäure die Lodikeln rot färbt wegen der gleichzeitigen Gegenwart von Zucker und Eiweiß.

Die Gefäßbündel zeigen sehr verschiedene Entwicklungsstufen. Bei kräftigen Lodikeln bestehen sie am Querschnitte aus etwa 3 bis 8 kleinen trachealen Elementen. Ein Siebteil ist nicht vorhanden. Die parenchymatischen »Geleitzellen« sind langgestreckt mit ebensolchem Kerne, weshalb derselbe denn auch im Querschnitte zumeist getroffen erscheint, so daß diese beiden Zellgruppen, namentlich nach vorhergegangener Tinktion z. B. mit Säurefuchsin, Anilinblau oder essigsaurem Methylgrün sich dem bewaffneten Auge als kleine, zerstreutliegende Nester darbieten (vgl. Fig. 5, Taf. II). Bei großblütigen Grasarten wie *Zea*, *Secale*, *Triticum* u. a. kann man nach entsprechender Aufhellung sehr leicht den Verlauf der zarten Schraubentracheiden verfolgen und feststellen, daß sie sich im ganzen Schwellkörper verzweigen und nahe der Peripherie spindelförmig enden (vgl. Fig. 6, Taf. II). Die Wiesner'schen Holzstoffreaktionen habe ich an diesen Gefäßen oft und oft angewendet, sowohl an frischem wie an Alkoholmaterial, an vollständig entwickelten sowie an bereits eingeschrumpften Lodikeln (hauptsächlich von *Secale cereale)*; es trat jedoch niemals auch nur eine Spur von Verfärbung ein, wohl aber, wie bereits erwähnt, an den Haaren sowie am untersten, mit dem Grunde der Deckspelze und Blüte verwachsenen basalen Teile der Lodikel.

Ließ sich also bei den eben genannten Arten noch eine schraubige Verdickung nachweisen, so fällt dies bei mittelgroßen Lodikeln wie etwa von *Festuca elatior* und *F. ovina* schon schwerer, da hier die trachealen Elemente nur mehr eine schwach wellige Kontur aufweisen, die vielleicht der Ausdruck einer minimalen schraubigen Verdickung ist. Bei den kleinen Lodikeln z. B. der *Poa*-Arten sieht man nur mehr ganz feine, punktierte Stränge oder Streifen und man ist geneigt, dieselben auf Grund ihres Verlaufes als Gefäße oder Tracheiden mit keinen oder äußerst schwachen Verdickungen anzusehen.

An dieser Stelle möchte ich noch bemerken, daß ich bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen in den Blüten von *Zea Mays* bisweilen 3 oder 4, in einem Falle sogar 5 wohlentwickelte, mit Gefäßen ausgestaltete Lodikeln beobachten konnte (vgl. Fig. 7, Taf. II).

Zum Schlusse möchte ich noch jene Arten anführen, deren Lodikeln ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ohne dabei wesentliche Unterschiede gegenüber den eben geschilderten besonderen anatomischen Merkmale aufzufinden.

Verzeichnis der untersuchten Arten:

Zea Mays.
Panicum variegatum.
Phalaris arundinacea.
» *canariensis.*
Hierochloa odorata.
Anthoxanthum odoratum.
Alopecurus pratensis.
Phleum pratense.
Agrostis vulgaris.
Apera Spica venti.
Sesleria coerulea.
Koeleria cristata.
» *glauca.*
Aira flexuosa.
Holcus lanatus.
Arrhenatherum elatius.
Avena sativa.
» *pubescens.*
Trisetum flavescens.
Melica ciliata.
» *nutans.*
Briza media.
Poa annua.
» *vivipara.*
» *nemoralis.*
Poa trivialis.
» *pratensis.*
Glyceria fluitans.
Dactylis glomerata.
Cynosurus cristatus.
Festuca ovina.
» *arundinacea.*
» *elatior.*
» *vaginata.*
Brachypodium pinnatum.
Bromus mollis.
» *erectus.*
» *inermis.*
» *sterilis.*
» *tectorum.*
» *ciliatus.*
» *Bibersteini.*
Triticum sativum.
» *repens.*
Secale cereale.
Elymus arenarius.
Hordeum sativum.
» *murinum.*
Lolium perenne.
» *temulentum.*

Zusammenfassung.

1. Wie bereits Hackel und andere Autoren festgestellt haben und hier genauer gezeigt wird, nehmen die Lodikeln bei allen jenen Grasblüten, welche sich während der Anthese öffnen, an diesem Blühvorgange hervorragenden Anteil. Sie bilden nämlich dadurch, daß sie infolge rascher und reichlicher

Wasseraufnahme aus den Nachbargeweben zu stark turgeszenten Körpern anschwellen, die Hebeleinrichtung für das Abspreizen der Deckspelze von der Vorspelze, also für das Öffnen der Blüte zum Zwecke des Stäubens.

2. Die von E. Tschermak aufgestellte Behauptung, daß die Lodikeln direkt mechanisch reizbare Organe, gewissermaßen einen exzitomotorischen Apparat darstellen, konnte nicht bestätigt werden, denn es stellte sich heraus, daß das Aufblühen von Secale auch ohne jede mechanische Reizung vor sich gehen kann und wenn auf mechanische Reizung der Blühvorgang rasch ausgelöst wird, so ist dies nicht auf eine direkte Reizung der Lodikeln, sondern vielmehr auf die Beseitigung einer bestehenden Spannung der festverbundenen Spelzen zurückzuführen, ähnlich wie dies auch Askenasy für die rapide Streckung der Filamente bei dem Auseinanderbiegen der Spelzen annimmt.

3. Die Transpiration begünstigt, wenn auch in geringem Grade, das Aufblühen der Gräser.

4. Auf Ähren, die sich bereits in einer zum Aufblühen günstigen Temperatur befanden, üben Temperaturschwankungen keinen Einfluß aus.

5. Das Licht wirkt in hervorragendem Maße auf das Aufblühen der Gräser. Positive Lichtschwankungen vermögen den Blühvorgang mit geradezu überraschender Schnelligkeit auszulösen: Roggenähren, auf welche durch Aufziehen eines Vorhanges plötzlich direktes Sonnenlicht einströmen kann, blühen binnen wenigen Minuten auf. Die blaue Hälfte des Spektrums wirkt anscheinend ebenso wie die rote, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß es in erster Linie auf die positive Lichtschwankung ankommt und nicht so sehr auf die Strahlengattung. Sehr schwache Beleuchtung und totale Verdunkelung wirken hemmend auf das Aufblühen.

6. Eine eingehende anatomische Untersuchung der Lodikeln, die sich auf rund 50 Arten bezog, hat gezeigt, daß an dem Aufbau der Lodikeln Haut-, Grund- und Stranggewebe Anteil nehmen. Das Grundgewebe dominiert und besorgt die rasche Anschwellung. Haarbildungen kommen nicht selten vor, Spaltöffnungen fehlen stets. Auch blaßgrüne Chlorophyllkörner,

Stärke und Sphärite können vorkommen. Außerdem sind die Lodikeln stets von Strängen, die sich aus zarten trachealen Elementen zusammensetzen, durchzogen, die merkwürdigerweise mitunter gar keine schraubige Verdickung und Verholzung erkennen lassen. Im Verhältnis zur Größe der Lodikeln sind diese Stränge recht zahlreich und können die Zahl 30 und mehr erreichen.

7. Bei *Zea Mays* wurden gelegentlich als Abnormität anstatt zwei mehrere, nämlich 3 bis 5 Lodikeln gefunden.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Secale cereale.* Ähren, die durch plötzliche Einwirkung von direktem Sonnenlicht innerhalb von 5 Minuten zum reichlichen Aufblühen gebracht worden sind.

Fig. 2. Dazu der Kontrollversuch im diffusen Lichte.

Fig. 3. *Bromus inermis*-Rispen. Derselbe Versuch wie bei 1 und 2, *b* der Kontrollversuch.

Fig. 4. *Bromus erectus.* Stück einer Lodikelepidermis mit »sphäritartigen« Bildungen. Vergr. 180.

Fig. 5. *Hordeum sativum.* Querschnitt durch eine Lodikel. *g* = Gefäße, *n* = parenchymatische »Geleitzellen«. Vergr. 50.

Fig. 6. *Zea Mays.* Lodikelpaar, gefärbt mit Magdalarot, läßt die büschelartig ausstrahlenden Stränge sehr deutlich hervortreten. *f* = Filamentstück. Vergr. 30.

Fig. 7. *Zea Mays.* Abnormale Bildung. Fünf wohlentwickelte, mit Stranggewebe versehene Lodikeln einer Blüte. *f* = Filamentstück, *v* = Vorspelzenrest, die Lodikel bedeckend. Vergr. 25.

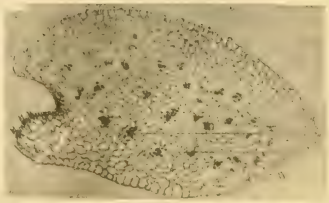
1

2

Richter O. phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

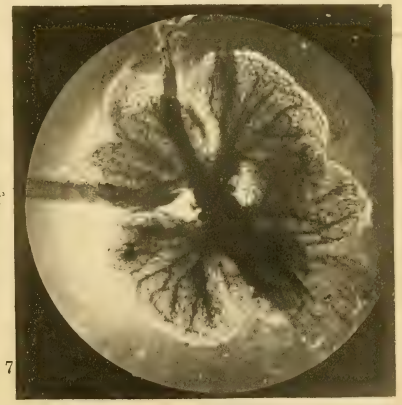
3

4



5

6



7

phot. Richter O., gez. Boresch. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Über lokale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen

von

Hans Molisch,

w. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien. Nr. 1 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Oktober 1909.)

1. Gelegentlich einiger Studien über den Einfluß des Mangans auf die Pflanze machte ich eine sehr auffallende Beobachtung mit *Elodea*. Gibt man in ein Glasgefäß, das mit einer 0·1prozentigen Manganochloridlösung versehen ist, lebende Sprosse von *Elodea canadensis* oder *E. densa* und stellt dieses in gutem diffusen Lichte auf, so kann man schon nach mehreren Tagen eine beginnende Braunfärbung der Blätter bemerken, die an Intensität immer mehr und mehr zunimmt, so daß schließlich die Pflanze ihre natürliche grüne Farbe einbüßt und eine mehr oder minder braune Farbe, die die grüne Farbe deckt, annimmt. Zur besseren Veranschaulichung sei folgender Versuch genauer geschildert. Ein Halblitergefäß wird mit 0·1prozentiger Manganochloridlösung in Moldauwasser und mit zwei fingerlangen *Elodea canadensis*-Sprossen beschickt und sodann an einem Nordfenster am 31. März starkem diffusen Lichte ausgesetzt. Nach drei Tagen bemerkt man an einzelnen Blättern eine bräunliche Färbung, die sich aber noch nicht über das ganze Blatt erstreckt, sondern sich vorläufig in Form von hellbraunen Inseln oder Flecken kundgibt. Bei mikroskopischer Beobachtung erscheinen nun die nach außen liegenden Membranen der Epidermiszellen der Blattoberseite durch einge-

lagertes Manganoxydhydrat hellbraun gefärbt, mit einem Stich ins Fleischfarbige.

Die Braunfärbung rührt zweifellos von einer Manganverbindung her. Ob wirklich ein Manganoxyd oder Manganoxydhydrat vorliegt, ist fraglich und schwer zu erweisen. Wenn ich trotzdem, einer kurzen Ausdrucksweise wegen, in dieser Abhandlung stets von einer Manganoxydeinlagerung spreche, so ist dies immer mit der eben erwähnten Reserve zu verstehen.

Die Einlagerung nimmt gewöhnlich ihren Ausgang von den Schmalseiten der Epidermiszelle, entweder zunächst nur von einer Schmalseite und dann von der anderen oder von beiden gleichzeitig und rückt dann immer mehr gegen das Zentrum der Wand vor, bis schließlich die ganze Außenwand mit Ausnahme einer ganz schmalen peripheren Zone inkrustiert und infolgedessen braun erscheint (Fig. 1 und 2).

Blickt man von oben auf die Epidermiszelle herab, so glaubt man zunächst, daß der Zellinhalt braun gefärbt ist und die farblose Zone an der Peripherie — besonders schön am Blattgrunde zu sehen — erweckt zunächst den Gedanken, daß schwache Plasmolyse eingetreten sei. Allein das ist nur eine Täuschung, denn die Braunfärbung gehört nur der Wand an und ist streng auf die nach außen liegende Wand der Oberhautzelle beschränkt, wie man sich leicht an dünnen Querschnitten des Blattes überzeugen kann (Fig. 3).

Bei sehr intensiver Manganeinlagerung, wie sie z. B. bei Darbietung von Manganum glycerinicum, Manganochlorid und anderen Manganpräparaten eintritt, kann auch die Außenwand der unteren Epidermis von der Einlagerung betroffen werden, doch tritt sie hier immer in viel schwächerem Grade auf als bei der oberen Epidermis.

Zuweilen treten in den Mangankulturen an den Wänden, die das Mangan speichern, Zapfenbildungen auf, die in das Lumen der Zelle vorspringen und Manganoxyd einlagern (Fig. 4b). Löst man das Manganoxyd mit verdünnter Salzsäure heraus, so bleibt der Membranzapfen übrig. In der Flächenansicht geben sich diese Manganzapfen als schwarzbraune

Scheiben, wie sie in der Fig. 4a deutlich hervortreten, zu erkennen.

Ich möchte noch bemerken, daß ganz ähnliche, aber farblose Zapfenbildungen eintreten, wenn man *Elodea* in Leitungswasser zieht, das sehr kleine Mengen von Zink-, Kobalt- oder Nickelsulfat enthält. Überhaupt scheint nach meinen Erfahrungen *Elodea* sehr zu solchen Zapfenbildungen zu neigen, wenn sie in abnormen Lösungen gezogen wird.

Die Einlagerung muß nicht immer so erfolgen wie dies vorhin geschildert wurde, sie muß nicht von den Schmalseiten der Zelle aus beginnen, sondern sie kann auch vom Zentrum, von der Breitseite oder an mehreren Stellen ihren Ausgang nehmen. Das Blatt von *Elodea* besteht, abgesehen von der Mittelrippe, nur aus zwei Zellagen, aus der relativ großzelligen oberen Epidermis und der kleinzelligen unteren Epidermis. Gewöhnlich erscheint, namentlich bei mäßiger Manganeinlagerung, nur die Außenwand der oberen Oberhaut von Manganoxyd durchdrungen und daher im Querschnitt tiefbraun bis schwarz gefärbt (Fig. 3).

Nach und nach breitet sich die Braunfärbung auf den Außenwänden der ganzen oberen Epidermis des Blattes aus, nur die langgestreckten Zellen der Mittelrippe und auch eine schmale Zone des Blattrandes zeigt wenig oder gar keine Neigung zur Einlagerung des braunen Manganoxyds. Dasselbe gilt von der Stengel- und Wurzelepidermis.

---

2. Um zu eruieren, welche Manganverbindungen sich zu unserem Versuche eignen und ob nur anorganische oder auch organische Manganverbindungen hierzu tauglich sind, wurden die folgenden in der Tabelle angegebenen Lösungen in Moldauwasser hergestellt, mit *Elodea* beschickt und starkem diffusen Lichte an einem Nordfenster bei Zimmertemperatur ausgesetzt.

Nummer	Zusatz zum Moldauwasser	Beginn des Versuches	Ende des Versuches	Membranfärbung
1	Keiner	5. April 1909	5. Mai 1909	keine
2	0·05% Manganosulfat			schwache
3	0·05% Manganochlorid			sehr intensiv
4	0·05% Manganokarbonat			» »
5	Spur Permanganat			mäßig
6	bis zur Sättigung Manganphosphat			schwach
7	0·015% Manganum peptonatum			»
8	0·015% » tartaricum			sehr intensiv
9	0·015% Manganazetat			» »
10	0·015% Manganum salicylicum			schwach
11	0·015% » citricum			intensiv
12	0·015% » oxalicum			sehr intensiv
13	0·015% » tannicum			» »
14	0·015% » glycerinicum			» »
15	0·015% » glycerino-phosphoricum solub.			» »
16	0·015% » fluoratum			» »
17	0·015% » lactatum			» »

Dieser Tabelle seien noch folgende Ergänzungen angefügt.

Manganosulfat. In dem zu der angeführten Zeit gemachten Versuche ergab sich fast gar keine Einlagerung von Manganoxyd. Experimente, die ich zu anderen Zeiten, z. B. im Herbste im direkten Sonnenlichte ausführte, fielen durchwegs positiv aus, und zwar war die Einlagerung so intensiv, daß die Blätter eine bräunliche Farbe annahmen. Bei konzentrierteren Lösungen (0·5 bis 1 Prozent) gelingen die Versuche stets.

Permanganat. Wenn mit dieser Verbindung eine Braunfärbung eintritt, so sind hier zwei Fälle zu unterscheiden. Es kann eine Braunfärbung ganz unter denselben Umständen eintreten, wie bei Darbietung anderer Manganverbindungen. Diese

Einlagerung ist abhängig vom Lichte, wie auf p. 1433 noch genauer erörtert werden wird. Es kann sich aber auch Braunfärbung einstellen ganz unabhängig vom Lichte, also auch im Finstern, weil durch die organischen Substanzen, die die Membranen durchtränken, eine Reduktion des Permanganats eintreten kann. Dies ist z. B. bei *Elodea canadensis* und auch bei *Ceratophyllum demersum* der Fall, wenn die Lösung nicht gar zu verdünnt ist, sondern schon deutliche Rotfärbung zeigt. Es ist interessant, daß z. B. bei der zuletzt genannten Pflanze sich nur ganz bestimmte Teile färben, der Stengel und die Blattbasis nicht, das eigentliche Blatt aber intensiv. Man muß daher annehmen, daß nur die sich färbenden Wände von reduzierenden Substanzen durchdrungen sind. Solche in oder auf der Membran vorhandene Stoffe finden sich bekanntlich auch bei der Wurzel höherer Pflanzen im Gegensatz zu der Epidermis des Stengels.[1]

Schon vor langer Zeit hat Wiesner[2] das übermangansaure Kali als Reagens verwendet, um die Infiltration der Membran mit organischen Substanzen darzutun. Solche Infiltrationen können in der Zellwand an und für sich vorkommen, sie können aber auch beim Absterben des Plasmas aus diesem in die Wand eintreten und dann durch Reduktion des Permanganats angezeigt werden. Die dabei eintretende Braunfärbung ist eine rein chemische Reaktion und hat mit der biologischen Membranfärbung, die der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung ist, nichts zu tun. Für diese Art der Membranfärbung empfiehlt sich daher die Anwendung des übermangansauren Kalis aus den dargelegten Gründen nicht.

Mangankarbonat. Die Färbung durch Mangan war eine so intensive, daß die vollständig ausgewachsenen Blätter braunschwarz waren.[3] Die jüngsten Blätter in der Nähe der

---

[1] Vgl. darüber: Molisch Hans: »Über Wurzelausscheidungen und deren Einwirkung auf organische Substanzen. Sitzber. der kais. Wiener Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Klasse, 1. Abt. 1887, p. 86.

[2] Wiesner J.: »Einleitung in die technische Mikroskopie etc.«, Wien, 1867, p. 65.

[3] Im Moldauwasser, hingegen war die Färbung im Wiener Hochquellenwasser eine schwache.

Knospenregion hielten sich von der Einlagerung ziemlich frei und bewahrten zunächst ihre grüne Farbe. Stengel- und Wurzelepidermis zeigen niemals eine Einlagerung von Manganoxyd, weder bei dieser noch bei einer anderen Manganverbindung. Die Einlagerung geht von der Blattspitze aus und schreitet gegen die Blattbasis vor. Die obere Hälfte des Blattes ist oft schon tiefbraun, während die untere noch tiefgrün ist.

Manganpepton. Makroskopisch sieht man von der Manganabscheidung nichts. Mikroskopisch aber gibt sich die Einlagerung in einer sehr schmalen konzentrischen Zone der Außenwand der Epidermiszelle zu erkennen. Man sieht, wenn man auf die Epidermiszelle von oben herabblickt, einen braunen in die Länge gezogenen Ring, der in einiger Entfernung von der Zellperipherie mit dieser beiläufig parallel geht.

Manganazetat. Einlagerung sehr intensiv. Die einzelligen haarartigen Blattzähne des *Elodea*-Blattes erscheinen knapp unter der Spitze tiefbraun gefärbt.

Manganum salicylicum. Die Blätter sind, weil die Chlorophyllkörner auffallend klein geworden sind und eine mehr gelblichgrüne Farbe angenommen haben, gelbbräunlich. Die Manganeinlagerung trat nur an der Basis des Blattes auf.

Aus der Tabelle geht hervor, daß *Elodea* aus allen den 16 geprüften anorganischen und organischen Manganverbindungen in mehr minderem Grade Manganoxyd in der äußeren, d. h. von der Lösung direkt umgebenen Wand der oberen Blattepidermis mit einzulagern vermag. Diese Einlagerung kann einen so hohen Grad erreichen, daß die Blätter infolgedessen eine tiefbraune bis schwarzbraune Farbe annehmen. In verdünnten Lösungen (0·015% oder etwas mehr) von Manganchlorid, Mangankarbonat, weinsaurem, essigsaurem, oxalsaurem, gerbsaurem Mangan, ferner in solchen von Manganum glycerinicum, fluoratum und lactatum tritt diese intensive Vitalfärbung ganz besonders schön auf und der Gegensatz im Aussehen zwischen der gewöhnlichen grünen *Elodea* und der Mangan-*Elodea* ist ein so in die Augen springender, daß ein Uneingeweihter zunächst Zweifel hegen wird,

ob er wirklich *Elodea canadensis* vor sich hat und ob nicht vielleicht eine neue Art oder Varietät vorliegt.

Ich habe seinerzeit gezeigt, daß die bekannte Gartenpflanze *Hydrangea hortensis* in gewissen Böden oder in Erden, denen man Alaun, schwefelsaure Tonerde oder Eisenvitriol zusetzt, nicht in ihrer normalen roten, sondern in einer blauen Farbe blüht, daß man also durch bestimmte Stoffe die Farbe eines Organs, der Blüte ändern kann[1]. Derartige Fälle gehören zu den Seltenheiten. Es ist daher von Interesse, daß nach meinen Versuchen mit *Elodea* auch die Farbe der Blätter sich wesentlich ändern kann, wenn man die Pflanzen in Lösungen der angeführten Manganverbindungen zieht. Der Experimentator hat es ganz in seiner Hand, die *Elodea* grün oder braun zu ziehen, je nachdem er sie mit oder ohne Mangan kultiviert.

Wie stark die Membranen von Manganoxyd innerlich inkrustiert werden können, geht auch aus Aschenpräparaten hervor. Die Asche ist keine formlose, sondern zeigt, ähnlich wie dies bei Kieselskeletten der Fall ist, die Struktur der Oberhautzellen in Form von tiefbraunem Manganoxyd erhalten.

---

3. Die mitgeteilten Beobachtungen gewinnen an Interesse, wenn ich mitteile, daß die charakteristische Einlagerung des Manganoxyds nur im Lichte erfolgt. *Elodea*-Sprosse, die monatelang in Lösungen von Manganverbindungen bei Abschluß von Licht verweilen, zeigen von der beschriebenen Manganeinlagerung nicht eine Spur und behalten ihre grüne Farbe. Von dieser auffallenden Tatsache habe ich mich durch sehr zahlreiche Versuche überzeugt, auch habe ich beobachtet, daß im allgemeinen die Einlagerung des Manganoxyds um so intensiver und rascher eintritt, je stärker (innerhalb gewisser Grenzen) das Licht ist. Im Winter, insbesondere im Dezember kann sogar die Membranfärbung durch Mangan unterbleiben, weil die Intensität des Lichtes zu dieser Zeit schon zu gering ist. Im Hochsommer hingegen kann man im starken Lichte oft schon nach einem Tage Braunfärbung der Membranen feststellen.

---

[1] H. Molisch, Der Einfluß des Bodens auf die Blütenfarbe der Hortensien. Botan. Zeitung, 1897, p. 49.

Da die Einlagerung des Manganoxyds sich nur im Lichte vollzieht, so lag der Gedanke nahe, daß die Einlagerung vielleicht mit der Kohlensäureassimilation im Zusammenhang steht. Wenn dies richtig wäre, dann müßte in der roten Hälfte des Spektrums die Einlagerung rascher und intensiver eintreten als in der blauen, da ja nach den Untersuchungen von Engelmann[1] und Timiriazeff[2], denen sich Kohl[3] in neuerer Zeit angeschlossen hat, nicht nur in der roten Hälfte des Spektrums ein Assimilationsmaximum vorhanden ist, sondern auch in der blauen, hier aber allerdings ein kleineres.

Zwei Glasgefäße wurden am 6. April mit 0·1prozentiger Manganchloridlösung in Leitungswasser und mit je zwei gesunden *Elodea*-Sprossen versehen. Das eine Gefäß *(A)* kam unter eine Senebier'sche Glocke mit Kaliumbichromat, das andere *(B)* unter eine mit Kupferoxydammoniak. Die Glocken standen an einem Westfenster und genossen zeitweise auch direktes Sonnenlicht. Schon nach 12 Tagen waren die Blätter unter *A* deutlich braun, die des Gefäßes *B* jedoch zeigten erst nach einem Monat eine schwach bräunliche Färbung. Der makroskopische Befund wurde durch den mikroskopischen bestätigt. Die Manganeinlagerung war in dem Gefäß *A* viel intensiver und vorgeschrittener als in dem Gefäß *B*. Dieser Versuch wurde mehrmals wiederholt und ergab stets das gleiche Resultat.

Ist die Einlagerung des Mangans von der Kohlensäureassimilation abhängig, dann müßte die Manganoxydabscheidung in der Membran im Lichte bei Ausschluß von Kohlensäure unterbleiben. Um diesen Gedanken zu prüfen, wurde folgender Versuch gemacht.

Zwei Glasgefäße von je 300 cm^3 Inhalt wurden mit einer 0·1prozentigen Manganchloridlösung in Leitungswasser und mit je einem gesunden *Elodea*-Sproß beschickt. Jedes Gefäß für sich

---

[1] Th. W. Engelmann, Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. Botan. Zeitung, 1884.

[2] Timiriazeff, The cosmical function of the green Plant. Proceedings of the Royal Society. Vol. LXXII, 1903.

[3] F. G. Kohl, Die assimilatorische Energie der blauen und violetten Strahlen des Spektrums. Ber. d. deutsch. botan. Ges., 1897.

wurde auf eine Krystallisierschale gestellt. Über das Gefäß *A* wurde ein Becherglas so gestülpt, daß unten Luftzirkulation möglich war. Auf das andere Gefäß *B* wurde zunächst ein Schälchen mit einer frischbereiteten, mäßig konzentrierten Kalilaugelösung gestellt und über das Ganze kam dann ein Becherglas, das mit Wasser abgesperrt wurde. Zu dem Gefäße *A* konnte also Kohlensäure zutreten, zu dem Gefäße *B* aber nicht oder nur in Spuren und diese wurden von der Kalilauge sicherlich absorbiert. Auch war vor Beginn des Versuches, um die im Wasser vorhandene Kohlensäure zu vertreiben, das Wasser ausgekocht worden. Das Ergebnis des Versuches war folgendes:

Es färbten sich — die Experimente wurden im Mai bis Juli gemacht — die Blätter in beiden Gefäßen nach und nach deutlich braun, unabhängig davon, ob Kohlensäure Zutritt hatte oder nicht. Wenn es daher auch den Anschein hat, als ob die Membranfärbung von der Kohlensäureassimilation nicht abhängig sei, so möchte ich vorläufig noch nicht den Schluß daraus ziehen, daß die Manganeinlagerung mit der Kohlensäureassimilation nichts zu tun habe, denn es könnte ja auch in dem Gefäße, welches von Kohlensäure abgeschlossen war, doch eine schwache Kohlensäureassimilation eingetreten sein, da ja der *Elodea*-Sproß selbst durch Atmung Kohlensäure produziert. Auch könnten Spuren von Kalkkarbonat, die auf den Blättern niedergeschlagen waren, das Material für die Assimilation geliefert haben. Leider konnte ich wegen der Vorbereitungen zu meiner Übersiedlung nach Wien keine exakteren Versuche anstellen und muß daher diesen Punkt unserer Frage noch offen lassen.

Doch, wie dem auch sei, jedenfalls ist nicht daran zu zweifeln, daß sich die Manganeinlagerung nur unter dem Einflusse des Lichtes vollzieht.

---

4. Das Verhalten der *Elodea* gegenüber den Manganverbindungen im Lichte erinnert einigermaßen an die Kalkinkrustationen gewisser Wasserpflanzen.

Bekanntlich inkrustieren sich viele untergetaucht lebende Wasserpflanzen, z. B. *Elodea, Vallisneria, Ceratophyllum, Chara,*

Cladophora, *Oedogonium*, *Potamogeton* und andere im Lichte mit kohlensaurem Kalk. Schon Pringsheim[1] hat nachgewiesen, daß die Kalkinkrustation nur im Lichte und Hand in Hand mit der Kohlensäureassimilation erfolgt.

Später hat Hassack,[2] ohne die Arbeit von Pringsheim zu kennen, zunächst gezeigt, daß die Wasserpflanzen einen Teil der Kohlensäure den gelösten Alkalikarbonaten zu entziehen und zu assimilieren vermögen, wodurch sie eine Überführung der doppeltkohlensauren Salze in die normalen Verbindungen bewirken. Ferner zeigte er in Übereinstimmung mit Pringsheim, daß nur dann Inkrustation eintritt, wenn die Wasserpflanzen lebhaft assimilieren. Schon Klebs[3] hat gefunden, daß Algen im Lichte das Wasser alkalisch machen und daß sich dies, wenn man dem Wasser etwas wässerige Phenolphtaleïnlösung beimischt, durch Rotfärbung kundgibt. Hassack konnte dieselbe Fähigkeit bei gewissen Wasserpflanzen wie *Elodea* und *Ceratophyllum* nachweisen und ist der Meinung, daß diese Pflanzen im Lichte Alkali abscheiden und daß diese Sekretion in innigem Zusammenhange mit der Kalkinkrustation steht, zumal sich herausgestellt hat, daß die Inkrustation bei *Chara* nicht bloß bei Darbietung von Kalkkarbonaten, sondern irgend welchen Kalksalzen einstellt. Er meint, daß die Pflanze während der Assimilation im Lichte kohlensaures Alkali abscheidet und daß dieses die Kalksalze als Karbonat fällt.

Die eigenartige Lokalisierung der Manganeinlagerung läßt vermuten, daß in der äußeren Wandschicht der oberen Blattepidermis besondere Umstände zusammentreffen müssen, die gerade hier Manganoxydabscheidung bedingen.

Ob vielleicht nur aus den durch die Manganeinlagerung gekennzeichneten Membranteilen das Alkali, welches die Manganabscheidung veranlaßt, heraustritt oder ob eine

---

[1] N. Pringsheim, Über die Entstehung der Kalkinkrustation an Süßwasserpflanzen. Jahrbücher f. wissensch. Botanik, 19. Bd., 1888, p. 138.

[2] C. Hassack, Über das Verhältnis von Pflanzen zu Bikarbonaten und über Kalkinkrustation. Untersuch. a. d. bot. Instit. zu Tübingen. 2. Bd., p. 465.

[3] G. Klebs, Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Ebenda, p. 340 bis 341.

bestimmte Struktur oder ein bestimmter Chemismus in diesen Membranstücken die Fixierung des Manganoxyds ermöglicht und begünstigt, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls ist die lokalisierte Mangandeponierung ein hübsches Beispiel dafür, wie weit gediehen die Organisation der so einfach gebaut erscheinenden Zelle ist und wie sogar ihren Membranen an verschiedenen Stellen spezifische Einrichtungen zukommen und verschiedene Aufgaben zufallen.

---

5. Ich habe selbstverständlich auch Umschau gehalten, ob nicht auch andere Wasserpflanzen dieselbe Eigentümlichkeit der Manganeinlagerung wie *Elodea* zeigen, ich habe aber gefunden, daß die Erscheinung nicht weit verbreitet, sondern nur auf einige wenige Pflanzen beschränkt ist. Unter diejenigen, die ich mit positivem Resultat untersucht habe, gehört *Vallisneria spiralis, Ranunculus aquatilis* L. und *Myriophyllum*.

Vallisneria spiralis. In 0·1prozentigem Manganchlorid werden die Blätter im starken diffusen Licht gleichfalls braun, und zwar beteiligt sich hier sowohl die obere wie die untere Epidermis des Blattes. Die Art der Einlagerung ergibt sich am besten aus den Figuren 5 und 6. Blickt man von oben auf die Fläche der Oberhaut (Fig. 5), so sieht man die obere Wand der Epidermiszelle gewöhnlich in Form eines mehr minder ellipsoidischen Mittelfeldes tiefbraun gefärbt und auf dem Querschnitt des Blattes (Fig. 6) bemerkt man, daß die Wand an den betreffenden Stellen sowohl bei der oberen wie bei der unteren Epidermis von eingelagertem Manganoxyd dunkelbraun gefärbt ist und daß die Membran nicht selten zapfenartige Vorsprünge in das Lumen der Zelle bildet, die gleichfalls von der eingelagerten Manganverbindung dunkel- bis schwarzbraun gefärbt erscheinen.

Ranunculus aquatilis. In ähnlicher Weise vollzieht sich auch bei dieser Pflanze die Manganspeicherung. Die borstlichen Blattzipfel der untergetauchten Blätter werden in 0·1prozentiger Manganchloridlösung im Sommer bei starkem diffusen Lichte alsbald schwarzbraun.

Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich, daß die äußeren Epidermiswände der Blattzipfel sich in ähnlicher Weise durch Manganoxyd braun färben wie bei *Elodea* und *Vallisneria*. Auch hier bleibt eine schmale periphere Zone der Außenwand von der Manganinfiltration verschont oder sie tritt später oder wenigstens im minderen Grade ein als in den mehr zentralen Partien der Wand. Am Querschnitt eines Blattzipfels (Fig. 7) erkennt man sofort, daß nur die Epidermis und von ihr nur die Außenwand die Manganoxydeinlagerung besorgen. Die Wand erscheint häufig verdickt oder mit zentripetalen Vorsprungsbildungen versehen, die infolge der Manganspeicherung gleichfalls schwarz oder schwarzbraun erscheinen (Fig. 7).

Myriophyllum verticillatum L. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie bei *Ranunculus aquatilis*. Auch hier werden die Blattzipfel infolge von Manganeinlagerung in der Oberhaut braun.

Ich zweifle nicht, daß man bei weiteren Untersuchungen noch andere submers lebende Wasserpflanzen finden wird, die Mangan in der Oberhaut einzulagern vermögen, doch dürfte sich die Erscheinung, wie bereits bemerkt, nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht als eine gerade häufige herausstellen.

Erklärung der Tafel.

Vergrößerung bei allen Figuren etwa 300.

Fig. 1. *Elodea canadensis*. Obere Epidermis des Blattes. Nach dreitägigem Aufenthalt in 0·1prozentiger Manganochloridlösung am Lichte. Die Färbung zeigt die beginnende Einlagerung von Manganoxyd.

Fig. 2. Dasselbe nach 12 Tagen.

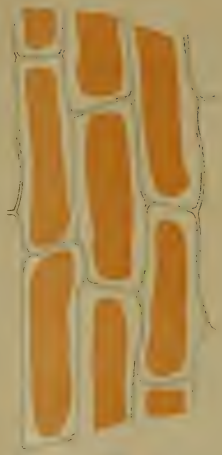
Fig. 3. Dasselbe im Querschnitt des Blattes. Die Einlagerung ist auf die Außenhaut der oberen Epidermis beschränkt.

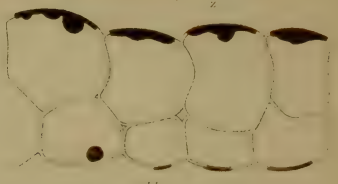
Fig. 4. Dasselbe wie in Fig. 1, aber nach einmonatlichem Aufenthalt in 0·1-prozentiger Manganochloridlösung. *a* Flächenansicht, *b* Querschnitt des Blattes.
b zeigt auch die beginnende Einlagerung in der unteren Epidermis. Die obere Epidermis zeigt vorspringende, von Manganoxyd dunkel gefärbte Zapfenbildungen *z*.

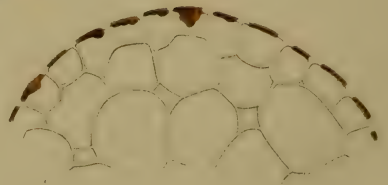
Fig. 5. *Vallisneria spiralis*. Stück der Blattepidermis. Die Einlagerung von Manganoxyd ist hier mehr zentral. Nach einmonatlicher Kultur in 0·1-prozentiger Manganochloridlösung.

Fig. 6. *Vallisneria spiralis*. Stück eines Blattquerschnittes. Die Einlagerung erfolgt sowohl in der oberen als in der unteren Epidermis, auch in Form von zentripetalen Vorsprungsbildungen. Sonst wie vorher.

Fig. 7. *Ranunculus aquatilis*. Blattzipfelquerschnitt. Nach zehntägigem Verweilen in 0·1prozentiger Manganochloridlösung. Das Mangan wird auch hier nur in der Oberhaut eingelagert.







Einige neue Spirorbis-Arten aus Suez

(Ergebnisse einer von Dr. Ad. Steuer mit Unterstützung des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht und des Vereines zur Förderung deutscher Kunst und Wissenschaft in Prag unternommenen Studienreise nach Ägypten)

von

Irene Sterzinger.

Aus dem zoologischen Institute der k. k. Universität Innsbruck.

(Mit 2 Tafeln und 16 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1909.)

Es fehlte bisher jede Angabe über das Vorkommen von Spirorben im Indischen Ozean. Nur von einer auf Seeigelstacheln in einer Museumssammlung gefundenen Art *(Spirorbis Bernardi* Caullery und Mesnil) vermuten Caullery und Mesnil, daß dieselbe aus dem Indischen Ozean stammt.

Herr Privatdozent Dr. Steuer sammelte im Sommer 1905 in Suez Korallen und Algen, auf welchen sich Spirorben befanden. Die Untersuchung derselben ergab einige neue Arten, deren Beschreibung ich folgen lasse.

An dieser Stelle spreche ich meinen besten Dank aus: Herrn Prof. Dr. Heider, in dessen Institut ich die Arbeit ausführen durfte, ferner seinem Assistenten Privatdozent Dr. Steuer für Überlassung des Materials und Unterstützung während der Untersuchung, ebenso auch Herrn Prof. Dr. v. Dalla Torre, der mir bei Beschaffung der Literatur behilflich war.

Caullery und Mesnil (1) bearbeiteten 1897 monographisch die Gruppe der Spirorben und gaben eine Bestimmungstabelle der bis zu jenem Jahre bekannten Formen. Dazu kamen in letzterer Zeit einige neue Spezies. Ehlers (3) verdanken wir 1900 eine neue Art, die er anläßlich der Bearbeitung der aus der schwedischen Expedition nach den Magellansländern

stammenden Anneliden fand. 1904 beschreibt Busch (8) vier bei der Fahrt des »Albatroß« im nördlichen Stillen Ozean gesammelte Arten. Endlich erhält das System der Spirorben durch die neuen Suezformen eine weitere Bereicherung. Ich bringe die oben erwähnte Bestimmungstabelle der beiden Franzosen am Schlusse der Arbeit übersetzt und ergänzt zur Übersicht und Erleichterung für weitere Bestimmungen.

Zum Verständnis derselben wird es angezeigt sein, kurz auf die Merkmale hinzuweisen, auf welche sich die Bestimmung der Spirorben nach Caullery und Mesnil hauptsächlich gründet.

1. Röhre. Alle Eigenschaften, wie Größe, Zahl der Windungen, äußere Struktur etc. sind variabel, ändern sich mit der Unterlage, dem Aufenthaltsort usw. und können nur in untergeordneter Weise für die Bestimmung dienen. Nur eine Eigenschaft ist brauchbar, das ist die Art der Einrollung. Betrachtet man die Wohnröhre einer *Spirorbis* von der freien, d. h. nicht auf der Unterlage befestigten Seite, so ist sie, von innen ausgehend, entweder entgegen dem Sinne des Uhrzeigers aufgewunden (rechtsgedreht) oder im Sinne des Uhrzeigers (linksgedreht). Die Drehung ist bei einer und derselben Art im allgemeinen konstant, bei zwei aus Suez stammenden Arten aber fand ich sowohl rechts- als linksdrehende Exemplare.

2. Operculum oder Deckel. Caullery und Mesnil legen diesem Organ eine hohe systematische Bedeutung bei. Wie Elster (4) in seiner Untersuchung »Deckel und Brutpflege bei *Spirorbis*« gezeigt hat, kann der Deckel innerhalb des Lebens ein und desselben Tieres, falls er als Brutraum dient, mannigfache Ausbildung erfahren; er wies darauf hin, daß jedenfalls eine genügende Anzahl von Exemplaren in verschiedenen Altersstufen zur Verfügung stehen müssen, wenn die Bestimmung nach dem Deckel nicht auf Irrwege leiten soll. Es wäre möglich, daß sich bei Nachprüfung der in der Literatur angegebenen Formen nach diesem Gesichtspunkte Ergänzungen oder Korrekturen ergeben würden.

3. Zahl der Thoraxsegmente. Dieselbe beträgt in der Regel drei, von denen das erste nur dorsal Borsten trägt, während die beiden andern außerdem ventralwärts Uncini oder Haken-

borsten besitzen. Bei einigen ursprünglicheren Formen sind vier Thoraxsegmente.

4. Borsten. Unter diesen sind besonders die Borsten des ersten Thoraxsegmentes für die Bestimmung wichtig. Sehr häufig finden sich Borsten mit sogenannter gezähnter Flügelspitze (soies à aileron crénelé). Einen Typus dieser Art zeigt z. B. Fig. 1 *b*, Taf. I. Das Vorhandensein oder die Abwesenheit derselben, ferner die Art der Ausbildung bilden wichtige Artmerkmale.

Die Borsten des zweiten Segmentes sind einfach, gesäumt und gleichen sich in allen Arten. Das dritte Segment trägt ebenfalls solche Borsten, daneben kommen aber häufig einige besondere vor, die am Ende sichelförmig gekrümmt und mit kräftigen Transversalstreifen versehen sind, wodurch sie von der Seite gesehen, fein gekerbt erscheinen. Taf. I, Fig. 10 *c*, Taf. II, Fig. 20 *d*. Diese Borsten werden von Langerhans (5) Salmacinaborsten (Taf. V, Fig. 40 *a*), von De Saint Joseph (10) Apomatusborsten genannt (Pl. 13, Fig. 416), da sie bei diesen Serpuliden ebenfalls auftreten. Caullery und Mesnil geben diese Bezeichnungen auf und nennen sie soies en faucille striée (gestreifte Sichelborsten). Die verschiedenen Abbildungen derselben z. B. (1), Pl. VII, Fig. 1 *c*, 3 *c*, scheinen mir aber weniger gut die Eigenart dieser Borsten wiederzugeben als z. B. die Abbildung von Marion und Bobretzky (7) bei der Gattung *Apomatus* (Pl. 12, Fig. 25 *b*). Ehlers (3) endlich bezeichnet sie als feilkerbige Borsten.

Schon Caullery und Mesnil (1, p. 220) haben bei Besprechung der Asymmetrie der Spirorben darauf hingewiesen, daß die Zahl der Borsten des ersten thorakalen Segmentes auf der konvexen Seite größer ist als auf der konkaven; ich möchte hinzufügen, daß sehr häufig auch in der Ausbildung der Borsten ein Unterschied zwischen beiden Seiten bemerkbar ist. An der Konvexseite sind die Borsten kräftiger und zeigen die charakteristische Ausbildung viel deutlicher als auf der Konkavseite.

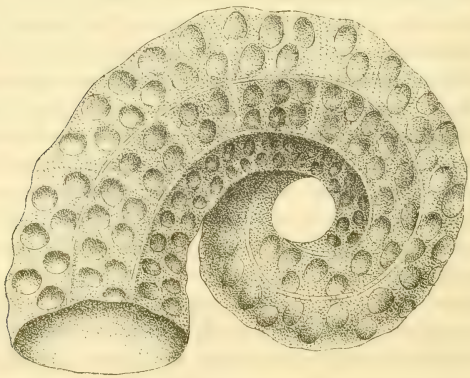
Außer den besprochenen Borsten können Länge und Dicke der Uncini am Thorax und Abdomen manchmal ein nützliches Unterscheidungsmerkmal liefern. Auch Zahl und Form der

Kiemenstrahlen leisten bei der Bestimmung gute Dienste, allein sie sind bei konserviertem Material schwer zu untersuchen.

Ich gehe nun auf die Beschreibung der neuen Arten über, wobei ich vorausschicken muß, daß infolge der langen Konservierung in Alkohol etwa vorhandene Färbungen der Kiemen, Borsten, Leber etc. verloren gegangen sind, ferner daß infolge geringen Materials die Beschreibung der Tiere manche Lücken aufweist.

Spirorbis Heideri n. sp.

Ich fand diese Art auf Korallen und einem Schneckengehäuse (*Gibbula maga* Risso syn. *Trochus magus* L.). Durchmesser 1·2 bis 2 *mm*. Die Röhre war gewöhnlich rechts ge-

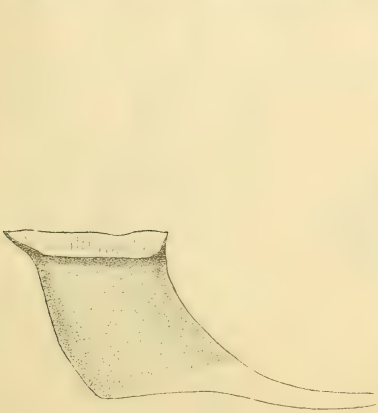


Textfig. 1.

Sp. Heideri. Röhre.

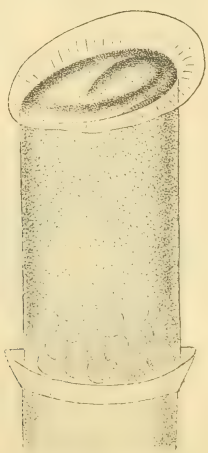
wunden, auf der Schnecke aber merkwürdigerweise entgegengesetzt. Sie war mit Längsrippen geziert, zwischen welchen häufig regelmäßige Gruben, wahrscheinlich durch Erosion hervorgerufen, zu sehen waren. Mitunter fehlten die Längsrippen, dann war die Röhre mit Querrunzeln versehen. Text-

fig. 1 gibt eine häufiger beobachtete Art der Ausbildung wieder. Bezüglich des Deckels scheint *Spirorbis Heideri* zu jenen Arten zu gehören, welche keinen Zapfen bilden, sondern eine für die Brutpflege geeignetere Art der Verkalkung bereits angeboren besitzen, so wie es Elsler (4, p. 636) bei *Sp. granulatus* und *militaris* auffaßt. Wenigstens sah ich auch bei dem Deckel eines jungen Tieres (Textfig. 2) keine Spur eines



Textfig. 2.

Sp. Heideri. Operculum eines jungen Tieres. × 65.



Textfig. 3.

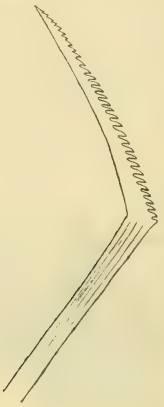
Sp. Heideri. Operculum mit Eiern. × 82.

Zapfens. Das Operculum besteht aus einem Kalkzylinder, der oben durch eine Kalkplatte geschlossen und mit einem hellen, fast durchsichtigen Kragen versehen ist. Die Endplatte zeigt, wie man bei dem mit Eiern gefüllten Deckel eines geschlechtsreifen Tieres (Textfig. 3) sieht, eine wallartige Erhebung, die den Rand umzieht und gegen den Mittelpunkt der Scheibe zu ausläuft. Die Eier sind zahlreich, bei einem Tiere zählte ich gegen 50. Textfig. 3 zeigt außerdem, wie sich unter dem mit Eiern gefüllten Brutraum bereits ein neuer Deckel gebildet hat. Die Deckelverhältnisse erinnern sowohl an *Sp. corrugatus* als

auch an die von Busch (8) beschriebene *Sp. foraminosus*. Bei allen drei Arten ist eine Verkalkung der Seitenwände des Brutraumes zu beobachten. *Sp. corrugatus* hat gewöhnlich keine Kragenbildung, bei einigen sowohl von Suez als auch von Rovigno stammenden Exemplaren bemerkte ich aber die Anfänge einer solchen, wodurch die Ähnlichkeit mit *Sp. Heideri* noch gesteigert wird; außerdem stimmen die Borsten in beiden Formen überein. Auch die scheinbaren Poren, die bei *Sp.*

Textfig. 4.

Sp. Heideri. Borste des ersten Thoraxsegmentes. × 590.



Textfig. 5.

Sp. Heideri. Abdominalborste. × 590.

corrugatus am Kalkzylinder zu sehen sind, fand ich öfter bei *Sp. Heideri*. Es sind, wie Elsler (4) gezeigt hat, nichts anderes als kleine Wärzchen auf der Cuticula, die über der Kalkschicht liegt. Bei *Sp. foraminosus* ist der Kragen sehr stark entwickelt (Taf. I, Fig. 9*a*) und ich würde die Suezform mit ihr für identisch halten, wenn die Angaben über die Borsten stimmen würden.

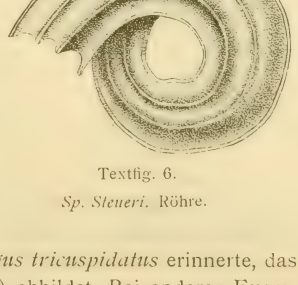
Bei *Sp. Heideri* sind drei Thoraxsegmente vorhanden, von denen das erste 5 bis 6 gezähnte Borsten trägt (Textfig. 4), am dritten Segment fehlen gestreifte Sichelborsten. Von den Borsten der *Sp. foraminosus* schreibt Busch: »Thoracic setae simple

tapered blades with but little color in three fascicles on each side with two series of uncini. Those on the collar somewhat broader and less regularly tapered than the others; no odd ones found in the second or third bundles.«

Am zweiten und dritten Segment große Uncini, am Abdomen zwei Reihen kleinere. Die Abdominalborsten sind groß und gezähnt (Textfig. 5).

Spirorbis Steueri n. sp.

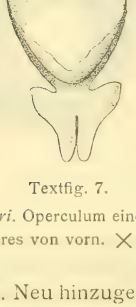
Diese kleine *Spirorbis* fand ich auf Algen *(Cystosira)*, die im Hafen von Suez treibend, gesammelt worden waren, auf Korallen und ebenfalls auf dem Gehäuse der Schnecke *Gibbula maga* mit *Sp. Heideri* vermischt. Durchmesser 1 bis 1·2 *mm*, die Zahl der Windungen ist gering, meist nur eine. Die Röhre zeigte verschiedene Struktur, meist waren vier kräftige Längsrippen ausgebildet, die manchmal an der Mündung als Spitzen vorsprangen (Textfig. 6), so daß die Form des Gehäuses an jenes von *Placostegus tricuspidatus* erinnerte, das Langerhans (5, Taf. V, Fig. 38) abbildet. Bei anderen Exemplaren war die Mündung rund oder die Spitzen waren nur schwach angedeutet; Erosionsgruben wie bei der früheren Art öfter zu beobachten. Eigentümlich war, daß auch bei dieser Art wie bei *Sp. Heideri* der Sinn der Drehung nicht konstant war. Unter den untersuchten Exemplaren fand ich einen größeren Teil rechtsdrehend, die auf dem Schneckengehäuse angesiedelten aber linksdrehend.



Textfig. 6.
Sp. Steueri. Röhre.

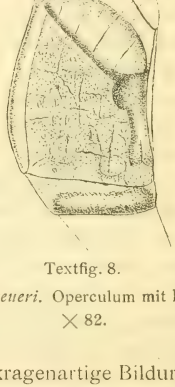
Das Operculum ist ein interessantes Beispiel dafür, wie verschieden der Deckel des jungen Tieres von dem des geschlechtsreifen aussehen kann. Textfig. 7 gibt den Deckel eines jungen Tieres wieder. Derselbe besteht aus einer konkaven elliptischen Platte und einem abgeplatteten Zapfen, der seitlich

flügelartig verbreitert und am Ende gespalten ist. Eine geringe Variation fand ich insofern, als die Flügel manchmal nicht so deutlich abgesetzt waren. In diesem Stadium erinnert der Deckel etwas an jenen von *Sp. Perrieri* (Caullery und Mesnil, Pl. VIII, Fig. 15 *a*, *b* und 17; reprod. Taf. II, Fig. 17 *a*, *b*, *f*). Ganz anders sieht das Organ aus, wenn es als Brutraum verwendet wird (Textfig. 8). Bei oberflächlicher Betrachtung glaubt man einen neuen Deckel vor sich zu haben, erst bei näherem Zusehen erkennt man die konkave Scheibe und den Zapfen in seitlicher



Textfig. 7.

Sp. Steueri. Operculum eines jungen Tieres von vorn. × 82.



Textfig. 8.

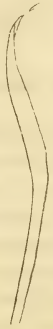
Sp. Steueri. Operculum mit Eiern. × 82.

Ansicht. Neu hinzugekommen ist eine kragenartige Bildung aus hellerem Kalk, ferner ein zweiter seitlicher Zapfen; außerdem verkalken die Seitenwände der Ampulle, so daß ein annähernd zylindrischer Brutraum geschaffen wird. Am Grunde desselben hat sich bei dem in Textfig. 8 abgebildeten Deckel bereits eine neue Deckelplatte gebildet. Elsler (4) hat bei den zwei von ihm eingehend untersuchten Arten *Sp. pusillus* und *Sp. corrugatus* gefunden, daß bei beiden der Zapfen nur einmal im Leben eines Tieres, und zwar in der Jugend gebildet wird, so daß er sich nur im ersten Brutraum findet. In den späteren Bruträumen fehlt er, dafür hat sich bei *Sp. corrugatus* durch Verkalkung der Seitenwände eine für die Brutpflege günstigere

Art der Verfestigung der Ampulle ausgebildet. Bei *Sp. Steueri* wird der Zapfen beibehalten, wenigstens sah ich ihn bei drei Exemplaren mit Bruträumen, wobei es allerdings möglich wäre, daß es jedesmal der erste war. Wenn man aber die Lage des Zapfens betrachtet, die er dem Brutraum gegenüber einnimmt, so ist es einleuchtend, daß seine Anwesenheit nur vorteilhaft für die Festigung der Ampulle sein kann. Er ragt nicht frei in den Brutraum wie bei den früher erwähnten Arten *pusillus*

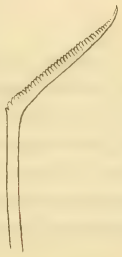
Textfig. 9.

Sp. Steueri. Borste des ersten Thoraxsegmentes (Konvexseite). × 590.



Textfig. 10.

Sp. Steueri. Borste des ersten Thoraxsegmentes (Konkavseite). × 590.



Textfig. 11.

Sp. Steueri. Abdominalborste. × 590.

und *corrugatus* und schmälert dadurch den Raum für die Eier, sondern nimmt eine Seite des Kalkzylinders ein, wodurch er jedenfalls im Vereine mit dem sekundär gebildeten langen Zapfen auf der gegenüberliegenden Seite eine weitere Aussteifung und Verfestigung des Brutraumes erzielt.

Welchen Zweck die nachträgliche Ausbildung des Kragens hat, mag dahingestellt bleiben; vielleicht soll damit ein festerer Verschluß der Wohnröhre erzielt werden, da der Kragen dünn und vielleicht mit einem gewissen Grade von Elastizität versehen ist, daher sich enger der Röhre anschmiegen kann. Dem gleichen Zwecke mag vielleicht auch der Kragen des Operculums von *Sp. Heideri* dienen, wo er sich schon bei jungen

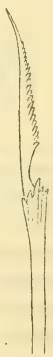
Tieren findet. Auch der Deckel der nordischen Form *Sp. violaceus* Lev. weist eine ähnliche Bildung auf (1, Pl. VII, Fig. 3 *b*, reprod. Taf. I, Fig. 3 *b*).

Der Thorax besteht aus drei Segmenten, von denen das erste 4 bis 6 gezähnte Borsten ohne Flügelspitze (Textfig. 9) hat. An den Borsten der Konkavseite konnte ich keine Zähne bemerken, sie waren meist von der Art, wie Textfig. 10 zeigt. Am dritten Segment fehlen gestreifte Sichelborsten. Am Abdomen zirka 8 bis 10 Segmente, welche dorsal scharf gekrümmte, gekerbte Borsten (Textfig. 11), ventral Uncini tragen.

Spirorbis indica n. sp.

Röhre linksdrehend, quer geringelt, Durchmesser 1 *mm*. Der Deckel besteht aus einer kreisrunden konkaven Scheibe und einem kräftigen, mit Zacken versehenen Zapfen, der sich exzentrisch an die Scheibe ansetzt. Von dieser Art fand ich nur zwei Exemplare. Der Deckelzapfen des zweiten Tieres hatte nur einen seitlichen Vorsprung; es ist möglich, daß eine junge *Spirorbis* vorlag, wo die Ausgestaltung des Zapfens noch nicht so weit vorgeschritten war als bei einer erwachsenen, oder es ist eine gewisse Variabilität vorhanden; denn es schien nicht gerechtfertigt, eine neue Art aufzustellen, da die übrigen Merkmale übereinstimmten. Die Embryonen entwickeln sich wahrscheinlich in der Röhre.

Textfig. 12.
Sp. indica. Operculum.
× 82.

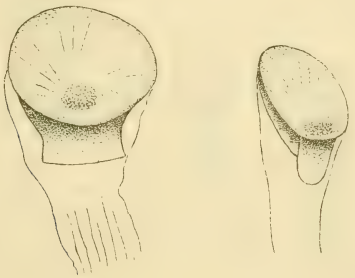


Textfig. 13.
Sp. indica.
Borste des ersten Segmentes.
× 590.

Von den drei Thoraxsegmenten trägt das erste 4 bis 5 Borsten mit gezähnter Flügelspitze (Textfig. 13). Diese sind schmal, die Strecke zwischen Endspitze und flügelförmiger Erweiterung ist ziemlich lang. Am dritten Segment sind gestreifte Sichelborsten; zirka acht Abdominalsegmente.

Spirorbis africana n. sp.

Da ich von dieser Art nur ein Exemplar fand, das außerdem nicht vollkommen erhalten war, so kann ich nur wenig Angaben machen. Das Operculum (Textfig. 14) besteht aus einer etwas



Textfig. 14.

Sp. africana. Operculum von vorn und von der Seite. × 82.

konkaven Platte und einem flachen breiten Zapfen; es erinnert an jenes von *Sp. spirillum* L. und *Sp. armoricanus* St. Joseph (Taf. I, Fig. 4*a* und 5*a*).

Die Borsten des ersten Segmentes waren abgebrochen, am dritten Segment fehlten gestreifte Sichelborsten. Geringe Zahl von Abdominalsegmenten.

Spirorbis militaris (Var.?).

Unter einigen Präparaten, welche Herr Dr. Steuer von dem Suezmaterial besaß, waren zwei, die ich als *Spirorbis militaris* Clpd. bestimmte. Ich fand aber einige Abweichungen von der Beschreibung und den Abbildungen Caullery's und Mesnil's (1, p. 215, Pl. X, Fig. 25*a* bis *c*, reprod. Taf. II, Fig. 26*a* und *b*), so daß die Suezform vielleicht eine Varietät von *Sp. militaris* ist. Textfig. 15 gibt den Deckel wieder. Er besteht aus einem Kalkzylinder, der an der einen Seite verkürzt ist und von einer Reihe zinnenartiger Vorsprünge gekrönt wird, die einerseits an die Kämme von *Sp. militaris*, andrerseits an die

von Langerhans (5) bei *Sp. granulatus* beschriebenen »Papillen« erinnern.

Die Borsten des ersten Thoraxsegmentes (Textfig. 16) sind abweichend von jenen der *Sp. militaris* insofern, daß sie nicht

Textfig. 15.
Sp. militaris (Var.?).
Operculum. × 105.

Textfig. 16.
Sp. militaris (Var.?).
Borste des ersten Segmentes.
× 590.

besonders kräftig und stark sichelförmig gebogen sind; außerdem sind die Zähne der Endspitze ziemlich fein, während sie bei *Sp. militaris* sehr grob sind. Am dritten Segment konnte ich keine gestreiften Sichelborsten finden.

Literaturverzeichnis.

Busch (siehe Moore and Busch).

1. Caullery Maurice et Mesnil Félix (1897), Études sur la morphologie comparée et la phylogenie des espèces chez les Spirorbes. Bull. Franc. Belg., Tome XXX, p. 185—232, Pl. 7—10.

2. Claparède Ed. (1870), Supplément aux Annélides du golfe de Naples. Mém. soc. phys. hist. nat. Genève, T. XX, *Spirorbis* und *Pileolaria*, p. 157—158.
3. Ehlers E. (1900), Magellanische Anneliden. Nachr. Ges. Göttingen. Math. Phys., 1900. *Spirorbis*, p. 222—223.
4. Elsler Ernst (1907), Deckel und Brutpflege bei *Spirorbis*. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. LXXXVII, p. 606 bis 643, Taf. XXXI.
5. Langerhans Paul (1880), Die Wurmfauna von Madeira, III. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. XXXIV. Serpuliden, p. 118—125.
6. zur Loye J. F. (1908), Die Anatomie von *Spirorbis borealis*, mit besonderer Berücksichtigung der Unregelmäßigkeiten des Körperbaues und deren Ursachen. Spengel's Zoologische Jahrbücher, Abteil. für Anatomie und Ontogenie der Tiere, Bd. XXVI, p. 305—354.
7. Marion A. F. und Bobretzky N. (1875), Étude des Annélides du golfe de Marseille. Ann. science nat., T. II. *Apomatus*, *Vermilia* und *Spirorbis*, p. 95—100, Pl. XI und XII.
8. Moore J. P. and Busch Kath. J. (1904), *Sabellidae* and *Serpulidae* from Japan, with Descriptions of new species of *Spirorbis*. Proc. Acad. Nat. Scienc., Philadelphia, Vol. LVI, *Spirorbis*, p. 175—178.
9. De Quatrefages A. (1865), Histoire naturelle des Annelés. Paris, T. II, p. 473—488.
10. De Saint Joseph (1894), Les Annélides polychètes des côtes de Dinard. Ann. scienc. nat., T. XVII. Serpulides, p. 328—386, Pl. XII et XIII.

Bemerkungen zur Tabelle.

* Diese Art wurde provisorisch hierher gestellt, weil aus der Beschreibung von Busch nicht zu ersehen ist, ob sich die Embryonen in der Röhre oder im Operculum entwickeln.

Spirorbis dorsatus Busch und *Sp. africana* n. sp. wurden in der Tabelle nicht aufgenommen, da die Kenntnis hiervon zu unvollständig ist. Ebenso haben Caullery und Mesnil *Sp. verruca* Fabr. und *Sp. Mörchi* wegen ungenügender Charakteristik in die Tabelle nicht eingereiht.

Wie ich der Bibliographia Zoologica von Carus, Bd. XIII, 1907, entnahm, erschien 1904 eine Arbeit von G. C. Martin, »Systematic Paleontology of the Miocene Deposits of Maryland, Vermes« in Maryland geol. Surv. Miocene, p. 430, 1 pl.; in derselben wird auch eine neue Art, *Sp. calvertensis*, beschrieben. Da mir die Arbeit nicht zugänglich war, konnte ich diese Spezies ebenfalls in die Tabelle nicht aufnehmen.

Bestimmungstabelle der bisher bekannten Spirorben nach Caullery und Mesnil.

Röhre rechts gewunden

- Vier Borstenträger am Thorax, s. g. *Paradexiospira* Caull. et Mes.
  - Vierter Borstenträger mit Dorsalborsten.
    - Am ersten Borstenträger Borsten mit gezähnter Flügelspitze ..... *Sp. cancellatus* Fabr.
  - Vierter Borstenträger ohne Dorsalborsten.
    - Am ersten Borstenträger Borsten mit gezähnter Flügelspitze ..... *Sp. vitreus* Fabr.
    - Am ersten Borstenträger Borsten ohne gezähnter Flügelspitze .. .. *Sp. violaceus* Lev.
- Drei Borstenträger am Thorax, s. g. *Dexiospira* Caull. et Mes., Embryonen
  - in der Röhre.
    - Am ersten Borstenträger Borsten ohne gezähnte Flügelspitze.
      - Operculum Taf. I, Fig. 4*a*; 10 bis 16 Borstenträger am Abdomen ..... *Sp. spirillum* L. (*lucidus* Mont.).
      - Operculum Taf. I, Fig. 5*a*; 16 bis 20 Borstenträger am Abdomen ..... *Sp. armoricanus* St. J. (*sinistrosus* Mont.).
    - Am ersten Borstenträger Borsten mit gezähnter Flügelspitze. Operculum Taf. I, Fig. 6. ..... *Sp. Marioni* Caull. et Mes.
  - im Operculum.
    - Am dritten Borstenträger keine gestreiften Sichelborsten.
      - Borsten des ersten Borstenträgers gezähnt, aber ohne Flügelspitze.
        - Operculum Taf. I, Fig. 7*a* .... *Sp. corrugatus* Mont.
        - » Taf. I, Fig. 8*a* .... *Sp. bellulus* Busch.*
        - » Textfig. 2 und 3 .. *Sp. Heideri* n. sp.
        - » Textfig. 7 und 8 .. *Sp. Steueri* n. sp.
      - Borsten des ersten Borstenträgers ohne Zähne ... *Sp. foraminosus* Busch.
    - Am dritten Borstenträger gestreifte Sichelborsten.
      - Leberpigment violett, Durchmesser bis 2 *mm* ..... *Sp. Pagenstecheri* Qtf.
      - Leberpigment rot, Durchmesser 1 *mm* maximal ..... *Sp. pusillus* St. J.

Röhre links gewunden.

- Drei Borstenträger am Thorax.
  - Vier Borstenträger am Thorax. Am ersten Borstenträger Borsten mit gezähnter Flügelspitze, s. g. *Paralaeospira* Caull. et Mes.
    - Operculum mit Zapfen
      - Zapfen klein und schwach.
        - Uncini sehr dick (4 μ) ..... *Sp. aggregatus* Caull. et Mes.
        - Uncini schmal (2 μ) ..... *Sp. Claparedi* Caull. et Mes.
      - größer als der Endtrichter.
        - Röhre klein, große Borsten mit gezähnter Flügelspitze ..... *Sp. Malardi* Caull. et Mes.
        - Röhre groß, kleine Borsten mit gezähnter Flügelspitze ..... *Sp. patagonicus* Caull. et Mes.
      - plump, Endplatte sehr dick ..... *Sp. Lebruni* Caull. et Mes.
    - Operculum ohne Zapfen ..... *Sp. Levinseni* Caull. et Mes.
  - Borsten des ersten Borstenträgers mit einfachem Rande.
    - Am dritten Borstenträger gestreifte Sichelborsten.
      - Embryonen in der Röhre (s. g. *Romanchella* Caull. et Mes.) ... *Sp. Perrieri* Caull. et Mes.
    - Am dritten Borstenträger keine gestreiften Sichelborsten.
      - Abdominalborsten vorhanden. Embryonen im Operculum (s. g. *Leodora* St. J.) ..... *Sp. laevis* Qtg.
      - Keine Abdominalborsten ..... *Sp. argutus* Busch.
  - Borsten des ersten Borstenträgers gezähnt, Embryonen im Operculum.
    - Operculum Textfig. 2 und 3 ..... *Sp. Heideri* n. sp.
    - » Textfig. 7 und 8 ..... *Sp. Steueri* n. sp.
  - Borsten des ersten Borstenträgers mit gezähnter Flügelspitze, s. g. *Laeospira* Caull. et Mes., Embryonen in der Röhre.
    - Zapfen des Operculums ohne äußere Vorsprünge.
      - Kleine Zähne an der Schneide der Borsten des ersten Borstenträgers, 9 bis 10 Kiemenstrahlen ..... *Sp. borealis* Daud.
      - Große Zähne an der Schneide der Borsten des ersten Borstenträgers ..... *Sp. mediterraneus* Caull. et Mes.
      - Strecke zwischen der flügelförmigen Erweiterung und der Endspitze größer als bei der vorigen Art. Sieben Kiemenstrahlen ..... *Sp. nordenskyöldi* Ehlers.
    - Zapfen des Operculums mit äußeren Vorsprüngen.
      - Operculum Taf. II, Fig. 22 *a* ..... *Sp. cornu-arietis* Phil.
      - » Taf. II, Fig. 23 ..... *Sp. Beneti* Mar.
      - » Textfig. 12 ..... *Sp. indica* n. sp.

im Operculum.

(Operculum Taf. II, Fig. 24 *a* ..... *Sp. Koehleri* Caull. et Mes.
" Taf. II, Fig. 25 *a* ..... *Sp. Bernardi* Caull. et Mes.
" " Taf. II, Fig. 26 *a* ..... *Sp. militaris* Clpd.
" " Taf. II, Fig. 27 ..... *Sp. granulatus* L. (nec Lngh.).
" " Taf. II, Fig. 28 ..... *Sp. Langerhansi* Caull. et Mes.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Spirorbis cancellatus.* 1*a* Operculum; 1*b* Dorsalborste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 2. *Sp. vitreus.* 2*a* Operculum eines jungen Tieres; 2*b* Operculum eines ausgewachsenen Tieres; 2*c* Dorsalborste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 3. *Sp. violaceus.* 3*a* Operculum nach Entfernung des zylindrischen Teiles, welcher die Endplatte überragt; 3*b* vollständiges Operculum von der Seite gesehen; 3*c* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 4. *Sp. spirillum.* 4*a* Operculum; 4*b* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 5. *Sp. armoricanus.* 5*a* Operculum; 5*b* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 6. *Sp. Marioni.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 7. *Sp. corrugatus.* 7*a* Operculum mit anhängendem ersten Brutraum; 7*b* Borste des ersten Thoraxsegmentes.

Fig. 8. *Sp. bellulus.* 8*a* Operculum; 8*b* Borste des ersten Thoraxsegmentes. Nach Busch.

Fig. 9. *Sp. foraminosus.* 9*a* Operculum; 9*b* Borste des ersten Thoraxsegmentes. Nach Busch.

Fig. 10. *Sp. Pagenstecheri.* 10*a* Operculum mit anhängendem ersten Brutraum; der verkalkte Teil ist schraffiert; 10*b* Borste des ersten Thoraxsegmentes; 10*c* gestreifte Sichelborste des dritten Segmentes.

Fig. 11. *Sp. aggregatus.* 11*a* Operculum; 11*b* Borste des ersten Borstenträgers; 11*c* Abdominalborste. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 12. *Sp. Claparedei.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 13. *Sp. Malardi.* 13*a* Operculum; 13*b* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 14. *Sp. patagonicus.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 15. *Sp. Lebruni.* 15*a* Operculum von der Seite; 15*b* Deckelzapfen von vorn. Nach Caullery und Mesnil.

Tafel II.

Fig. 16. *Sp. Levinseni.* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 17. *Sp. Perrieri.* Var. β: 17*a* Operculum; 17*b* Deckelzapfen von vorn; 17*c* Borste des ersten Borstenträgers.
Var. γ: 17*d* Operculum; 17*e* Deckelzapfen von vorn.
Var. α: 17*f* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 18. *Sp. laevis.* Borste des ersten Segmentes. Nach Claparède.

Fig. 19. *Sp. argutus.* 19*a* Operculum; 19*b* Borste der Thoraxsegmente. Nach Busch.

Fig. 20. *Sp. borealis.* 20*a* Operculum (Form mit gut entwickeltem Zapfen); 20*b* Operculum von der Seite; 20*c* Borste des ersten Borstenträgers; 20*e* gestreifte Sichelborste des dritten Segmentes. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 21. *Sp. mediterraneus.* 21*a* Operculum; 21*b* Borste des ersten Borstenträgers; 21*c* Abdominalborste. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 22. *Sp. cornu-arietis.* 22*a* Operculum; 22*b* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 23. *Sp. Beneti.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

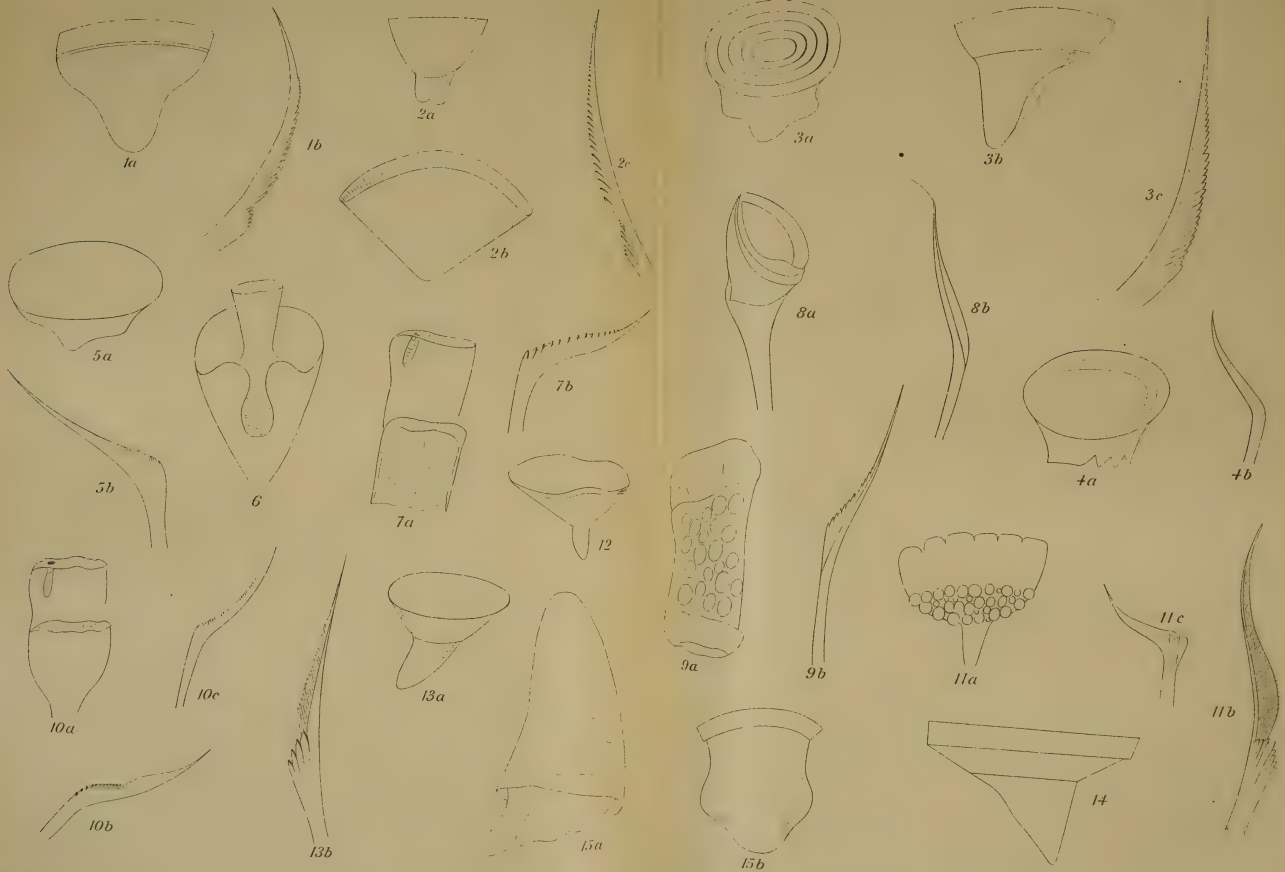
Fig. 24. *Sp. Koehleri.* 24*a* Operculum von vorn; 24*b* Operculum von der Seite; 24*c* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 25. *Sp. Bernardi.* 25*a* Operculum in toto mit Brutraum; 25*b* ein einzelnes Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 26. *Sp. militaris.* 26*a* Operculum; 26*b* Borste des ersten Borstenträgers. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 27. *Sp. granulatus.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.

Fig. 28. *Sp. Langerhansi.* Operculum. Nach Caullery und Mesnil.



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Fragmente zur Mykologie

(IX. Mitteilung, Nr. 407 bis 467),

gleichzeitig

Fünfte Mitteilung über die Ergebnisse der mit Unterstützung der kaiserl. Akademie 1907—1908 von ihm ausgeführten Forschungsreise nach Java

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. November 1909.)

407. Puccinia Streptanthi n. sp.

Micropuccinia. Teleutosporenlager stengelbewohnend, rundlich oder länglich, 0·5 bis 7 *mm*, meist 1 bis 2 *mm* lang, schwarzbraun, ziemlich fest, anfänglich und oft lange von der Epidermis bedeckt, öfter zu ausgebreiteten Krusten verschmelzend. Teleutosporen länglich-keulig, gelbbraun, glatt, beide Zellen gleich lang oder meist obere Zelle etwas länger und breiter als die untere, an der Querwand meist etwas eingeschnürt, oben abgerundet oder meist stumpfkegelig spitz, seltener quer abgestutzt, 42 bis 56 = 20 bis 25 μ. Membran etwa 2 μ dick, oben meist kegelig und bis 9 μ verdickt. Mesosporen ziemlich häufig, eiförmig bis birnförmig, 36 bis 40 = 20 bis 26 μ. Sporenstiel sehr blaßbräunlich, flach, faltig, persistent, bis 120 μ lang, meist 6 bis 8 μ breit, oben bis auf 14 μ verbreitert.

An dürren Stengeln von *Streptanthus* sp. (Cruciferen) bei Clairmont in Kalifornien (C. F. Baker, 1909, Plants of the pacific coast, Nr. 5521, Herb. Rehm).

Das Originalexemplar weist nur dürre Stengel auf; möglicherweise kommt der Pilz auch auf den Blättern vor.

408. Über Clavaria muscicola P. und Clavaria muscigena K.

Clavaria muscicola Persoon (Observat. mycol. 1799, II. Bd., p. 60, Taf. III, Fig. 2) entspringt nach Persoon einem rundlichen weißen Knollen (Sklerotium?), der zwischen Moosblättern verborgen ist. Die Angaben über die Größe dieses Pilzes weichen sehr voneinander ab. Nach Persoon wird er 4·5 bis 6·5 *mm* lang, während er nach Fries (Hymenomyc. europ., p. 684) 52 bis 78 *mm* lang werden soll. Nach Quélet (Flore mycol. de la France 1888, p. 458) soll er 10 bis 15 *mm* hoch werden, hingegen Fuckel (Symb. mycol., II. Nachtr., p. 10) ihn als höchstens 3 bis 4 *mm* lang beschrieb. Fuckel fand auch keine Verdickung an der Basis des Stieles. Quélet beschreibt die Sporen als spindelförmig oder tränenförmig und 24 μ lang.

Schon Fries fand eine auch auf Moosen wachsende ganz ähnliche Form, die aber keinen Knollen an der Stielbasis zeigte und welche nach ihm identisch ist mit *Cl. muscigena* Karsten. Ob sie eine eigene Art darstellt, blieb ihm unklar. Nach Karsten (Mycolog. fennica, p. 338) wird diese Form 1 bis 2 *cm* hoch und weicht stark von der *Cl. muscicola* ab. Worin Karsten den wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Formen sieht, gibt er nicht an. Auf die verschiedene Länge der beiden Formen kann kein Gewicht gelegt werden, da dieselbe jedenfalls eine sehr variable ist. Aber auch der spezifische Wert des Basalknöllchens ist ein sehr fraglicher, da bei verwandten Formen bald ein Sklerotium vorkommt oder fehlt. So ist, wie schon Fries bemerkt, *Typhula Grevillei* Fr. nichts anderes als die sklerotienlose Form von *Typhula gyrans* (Batsch).

Es ist mir daher wahrscheinlich, daß *Cl. muscicola* und *Cl. muscigena* zusammengehören.

Die erstere Art ist als *Typhula muscicola* Fr. in Rabenhorst, Fung. europ., Nr. 417 ausgegeben. Basale Sklerotien sind hier nicht zu sehen. Doch sagt Rabenhorst, daß das Exemplar vollständig zu Fries' Diagnose stimmt. Es waren daher am frischen Pilze wohl Sklerotien zu sehen. Das Exemplar zeigte mir nun zwar weder Sporen noch Basidien, stimmt jedoch im übrigen makro- wie mikroskopisch so vollkommen mit

zwei frischen Exemplaren, eines von mir im Wienerwalde, das andere von O. Jaap bei Glücksburg in Schleswig gesammelt, überein, daß es als damit identisch erklärt werden muß. Diese zwei frischen Exemplare zeigen nun *Auricularia*-Basidien und große spindelförmige Sporen, wie sie Quélet für *Cl. muscicola* angibt, was wieder zeigt, daß letztere Art damit identisch ist. *Cl. muscigena* Karst., als welche die untersuchten Exemplare angesprochen werden müssen und wahrscheinlichst auch *Cl. muscicola* P. (= *Typhula muscicola* [P.] Fr.), die ich damit identifiziere, sind daher Auricularieen.

Atkinson hat nun 1902 (Journal of Mycology, VIII. Bd., p. 106) für einen in Nordamerika gefundenen Pilz, der nach seiner Angabe sehr leicht mit *Typhula muscicola* Fr. verwechselt werden kann, die Auricularieengattung *Eocronartium* (nicht *Eucronartium*, wie in Saccardo, Syll. Fung., XVII, p. 211 irrtümlich steht) aufgestellt.

Es ist mir nicht zweifelhaft, daß *Eocronartium typhuloides* Atk., mit *Cl. muscigena* Karst. (und nach obigem wahrscheinlich auch mit *Typhula muscicola* Fr.) identisch ist. Die äußere Beschaffenheit sowie Sporen und Basidien der europäischen Exemplare stimmen damit vollkommen überein. Atkinson hat (mangels von europäischen Exemplaren von *Typhula muscicola*) einfach angenommen, daß diese Eubasidien besitzt, was, wie aus obigem hervorgeht, nicht der Fall ist.

Cl. muscigena Karsten und sehr wahrscheinlich auch *Typhula muscicola* gehören zu *Eocronartium* und sind die erstere sicher, die zweite wahrscheinlich identisch mit *E. typhuloides* Atk.

Eocronartium muscigenum (Karst.) v. H. ist ein echter Schmarotzer, wie daraus hervorgeht, daß die Fruchtkörper stets aus meist seitlichen Knospen der Moospflanzen hervortreten, und daher an der Stielbasis stets von Blättern umscheidet sind, was mit Persoon's Angaben und Abbildung in Übereinstimmung steht.

Es ist bemerkenswert, daß auf Laubmoosen noch eine zweite Auriculariee schmarotzt, nämlich die *Jola javensis* Pat. (Ann. jard. bot. Buitenzorg 1897, I. Suppl., p. 119), die ich am Pangerongo häufig fand.

Daß *Typhula culmigena* M. et F. eine *Dacryopsis* ist, habe ich in diesen Fragmenten 1909, VI. Mitt., Nr. 194 angegeben.

409. Über Radulum aterrimum Fries.

Der Pilz wurde zuerst von Fries 1818 (Kgl. svensk. vetensk. Handlingar, XXXIX. Bd., p. 358) unter dem Namen *Sphaeronaema? hydnoideum* beschrieben und in Scleromyc. suaeciae Nr. 39 ausgegeben. Da ihn Fries später für ein *Hydnum* hielt, änderte er den Speziesnamen und nannte ihn 1821 *Hydnum aterrimum* (Systema mycolog., I, p. 416). Hierauf beschrieb ihn 1822 Persoon unter dem Namen *Racodium turfaceum* var. *cornutum* (Mycologia europ., I, p. 68).

Nun stellte 1828 Fries (Elenchus Fung., I, p. 148) die neue Gattung *Radulum* auf und rechnete den Pilz zu derselben, in welcher er verblieb.

Der Pilz scheint selten zu sein und wurde nur noch von Fuckel (Fungi rhen., Nr. 1334) ausgegeben. Ein jüngst von Bresadola erhaltenes, von demselben mit dem Typus verglichenes Exemplar stimmt völlig mit Fuckel's Exsiccat überein. Es sind daher meine beiden Exemplare sicher richtig bestimmt. Der Pilz ist schwarz und kohlig-brüchig, woraus schon hervorgeht, daß derselbe kein Basidiomycet sein kann, da es kohlige Basidiomyceten nicht gibt. In der Tat zeigen die Stacheln keine Spur eines Hymeniums, sie sind ganz aus ziemlich parallelen Reihen von 4 bis 6 μ breiten, violettbraunen, ziemlich kurzen Zellen aufgebaut.

Die nähere Untersuchung zeigte mir nun, daß der Pilz ein dünnes schwarzes Stroma besitzt, das sich in der äußeren Rinde unter dem Periderm entwickelt, weit ausgebreitet ist und das Periderm schließlich abwirft. Die Oberfläche des Stromas ist meist quer zerrissen und gefurcht und mit zahlreichen, dichtstehenden, meist in Querreihen stehenden, sehr verschieden geformten, dünnen oder dicken, meist etwas seitlich flachgedrückten, oft quergestreiften, spitzen oder stumpfen Stacheln, Zähnen und Warzen besetzt, die wenig über 0·5 *mm* lang werden. Diese Stacheln sind Fortsätze des Stromas und solide. In dem dünnen Stroma, auf welchem die Stacheln sitzen, sind nun rundliche 350 bis 400 μ breite Perithecien eingelagert, deren

violettbraunhäutige dünne Membran aus polygonalen (oft gestreckten) 12 bis 24 μ großen Zellen besteht. Diese Perithecien haben oft einen zylindrischen, brüchigen, 200 = 140 μ großen Schnabel, oft fehlt dieser Schnabel und sind sie dann oben kegelig. Paraphysen fehlen völlig. Die zahlreichen, sehr zartwandigen Asci sind keulig, oben abgerundet stumpf, unten spitz und liegen wie bei *Valsa*, *Diaporthe* usw. in mehreren Schichten übereinander. Sie enthalten acht hyaline, gerade oder sehr wenig gekrümmte, allantoide 10 bis 16 = 1·5 μ große Sporen.

Daraus ersieht man, daß *R. aterrimum* eine *Valsacee* ist, die ganz gut zu *Eutypa* paßt. Sie unterscheidet sich von dieser Gattung nur durch die stacheligen Vorsprünge des Stromas, die keine Perithecienschnäbel sind. Allein die Oberfläche der Stromata ist bei *Eutypa* sehr verschieden beschaffen und erscheint es mir nicht nötig, für den Pilz eine neue Gattung aufzustellen. Der Pilz muß nun *Eutypa hydnoidea* (Fries) v. H. genannt werden. Seine Synonymie ist folgende:

Eutypa hydnoidea (Fries) v. H.

Syn.: *Sphaeronaema? hydnoideum* Fries 1818.
Hydnum aterrimum Fries 1821.
Racodium turfaceum var. *cornutum* Persoon 1822.
Radulum aterrimum Fries 1828.

Noch sei bemerkt, daß durch die nachträgliche Untersuchung des Fries'schen Originals in Scleromyc. suaeciae Nr. 39 aus Bresadola's Herbar, das sich als völlig reif erwies, die Richtigkeit der gemachten Angaben vollständig bestätigt wurde.

410. Über Agaricus acicola Jungh.

Der Pilz wurde in Linnaea, 1830, V. Bd., p. 398, Taf. VI, Fig. 3 beschrieben und abgebildet. Er scheint seither nicht weiter gefunden oder beachtet worden zu sein. Ähnliche oder vielleicht damit identische Formen könnten *Agaricus pythius* Fries und *Ag. tener* Schum. sein (Fries, Hymenomyc. europ. 1874, p. 135): Fries sagt von *Ag. acicola* Jungh., daß es vielleicht eine distincte zu den Basipedes der Gattung *Mycena* gehörige Art ist. Saccardo (Syll. Fung. V, p. 300) erwähnt die

Junghuhn'sche Art bei *Mycena echinipes* Lasch und meint, daß es eine zu *Mycena* (Adonideae) gehörige Form sein werde.

Ich zweifle nicht, daß eine von mir auf modernden Fichtennadeln im Wienerwalde gefundene *Mycena* der Junghuhn'sche Pilz ist. Junghuhn's Angaben stimmen mit demselben genügend überein. Wesentlich ist, daß das Substrat genau dasselbe ist. Der Pilz ist wahrscheinlich verbreitet, er sieht aber einer Miniaturform von *Mycena stylobates*, der er auch am nächsten steht, völlig gleich und dürfte bisher mit dieser Art verwechselt worden sein. *Mycena stylobates* ist aber viel größer, wächst niemals auf Coniferennadeln und hat einen schwach flockigen Hut. Da aber die Sporen und Cystiden beider Formen die gleichen sind, scheint die *M. acicola* (Jungh.) doch nur eine allerdings sehr charakteristische Form von *M. stylobates* zu sein, die als *M. stylobates* P. var. *acicola* (Jungh.) zu bezeichnen wäre. Ich gebe nun im folgenden eine Beschreibung dieser Form.

Pilz zart, weiß, Hut zarthäutig, kahl, matt, flach-stumpfkonisch ausgebreitet, oben blaßgrau-bräunlich, bis zum flachen Umbo schwach gefurcht-gestreift, 5 *mm* breit, 2 *mm* hoch. Stiel 13 bis 14 *mm* lang, 0·5 *mm* dick, hyalin, kahl, gegen die Basis blaßgrau-bräunlich und oft schwach flockig, hohl; Basalscheibe 1 bis 1·5 *mm* breit, flachkonisch, radial gefurcht, etwas flockig, am Rande kurzradialfaserig. Lamellen bauchig-segmentförmig, 20 lange und ebensoviele kurze, dünn, weiß, frei, am Stiel fast ringförmig verbunden; Cystiden spärlich, nur am Rande der Lamellen, unregelmäßig fädig, verbogen, bis $28 \approx 4\,\mu$; Sporen länglich, hyalin, 8 bis $9 \approx 4\,\mu$. An morschen Fichtennadeln, herdenweise, am hinteren Sattelberge bei Preßbaum im Wienerwalde, August 1909.

411. Über Cystotheca Wrightii B. et Curt.

Der Pilz wird von Saccardo (Syll. Fung., II, p. 72) bei den Perisporieen untergebracht. Später stellte ihn P. Hennings (Englers bot. Jahrb. 1901, 28. Bd., p. 273) in eine eigene Familie: Cystothecaceae, die er den Perisporieen anreiht. In diesen Fragmenten (1907, IV. Mitt., Nr. 168) gab ich an, daß der von Hennings auf Grund eines in Japan 1897 gefundenen Pilzes,

den er für *Cystotheca Wrightii* erklärte, näher beschriebene Ascomycet eine mit *Sphaerotheca lanestris* Harkn. und *Sph. phytoptophila* K. et. S. nahe verwandte Erysiphee ist.

Das Originalexemplar, das ich dank der Güte der Direktion des k. botanischen Gartens in Kew studieren konnte, zeigt unten seegrüne, lanzettliche Blätter einer Eiche, vielleicht *Quercus acuta* Thunb., welche die dunkelbraunen, mehrere Millimeter breiten unregelmäßig geformten Pilzrasen auf der Unterseite tragen. Dieselben wurden 1853 bis 1856 von C. Wright auf den Lutschuinseln (Japan) gesammelt. Der Pilz stimmt im Bau vollkommen mit dem von Hennings beschriebenen in Tokio auf den Blättern von *Quercus acuta* gesammelten Pilze, der also richtig bestimmt war, überein.

Das Originalexemplar zeigte, daß er, wie ich vermutet hatte, in der Tat eine ganz typische *Sphaerotheca* ist, die von den bisherigen Arten dieser Gattung verschieden und mit den obgenannten beiden Arten verwandt ist. Er muß *Sphaerotheca Wrightii* (B. et. C.) v. H. genannt und die Familie der Cystothecaceen ganz gestrichen werden.

Hingegen könnte die Gattung *Cystotheca* für jene *Sphaerotheca*-Arten reserviert werden, deren innere Peritheciemembranschichte den Ascus sackartig umgibt.

412. Balladyna amazonica n. sp.

Pilz oberflächlich, Räschen rundlich oder länglich, blattoberseits an den Blattnerven sitzend, bis $1 \cdot 5\,mm$ lang, schwarz, dünn, aber dicht, aus blaß olivenbraungrünen, wellig radial verlaufenden, verzweigten, 2 bis 3 μ dicken, dünnwandigen, aus zirka 12 μ langen Gliedern bestehenden Hyphen zusammengesetzt, die der Epidermis anliegen; ohne Hyphopodien und Borsten, gegen den Rand mit jungen Perithecienanlagen besetzt, die kleine, kugelige, mehrzellige, 8 bis 10 μ langgestielte Auswüchse darstellen. Perithecien sitzend oder kurzgestielt, in großer Zahl sehr dichtstehend, meist aufrecht eiförmig, oben abgestutzt und ohne deutliches Ostiolum und dunkler, unten abgerundet, durchscheinend braun zähhäutig, aus polygonalen bis 8 bis 10 μ großen Zellen bestehend, 50 bis 60 μ hoch, 36 μ breit, mit einem anfänglich oben dickwandigen, kugelig

eiförmigen, 32 bis 40 = 24 bis 26 μ großen, achtsporigen Ascus. Sporen blaß olivengelbbräunlich, dünnhäutig, zweizellig, 18 bis 21 - 7 bis 8·5 μ. Obere Zelle meist etwas kürzer und breiter als die untere. Pycniden (?) zerstreut oder in Gruppen zwischen den Perithecien, eiförmig-zylindrisch, dunkelbraun, oben abgerundet oder meist mit 3 bis 5 abgerundeten, bis 40 = 20 μ großen Lappen versehen, 60 = 25 bis 28 μ groß.

Auf der Oberseite der Blätter von *Cecropia* sp. stets auf den größeren Blattnerven sitzend, Brasilien, Amazonas, Juruá, 1901, lg. E. Ule (Mycoth. brasil., Nr. 74), zusammen mit *Auerswaldia Cecropiae* P. Henn. (Hedwigia 1904, p. 253).

Ein eigenartiger Pilz, den ich für eine Capnodiee halte. Die eigentümlichen kurzzylindrischen oben meist gelappten Körper halte ich für unreife Pycniden. Die zähe Beschaffenheit der Perithecien, der Mangel an Hyphopodien, das, wie Querschnitte lehren, ganz oberflächliche Wachstum des Pilzes, seine olivenbraune Färbung, die vertikalgestreckte Form der Perithecien und die eigentümlich gestalteten Pycniden sprechen für die Capnodieennatur des Pilzes. Was die Zugehörigkeit der beschriebenen Form zur Gattung *Balladyna* Raciborski (Parasit. Alg. und Pilze Javas, Batavia, 1900, II. Teil, p. 6) anlangt, so kenne ich zwar den Typus der Gattung: *B. Gardeniae* nicht, da mein Exemplar desselben den Pilz nicht zeigt, allein es scheint mir, daß derselbe von meiner Form eigentlich nur durch das Vorhandensein der Mycelborsten abweicht, also durch ein sekundäres Merkmal. Die von dem Autor angegebenen Hyphopodien sind offenbar keine solchen, sondern unentwickelte Perithecienanlagen, wie sie meine Art auch zeigt. Raciborski legt neben der Einschlauchigkeit der Perithecien ein Hauptgewicht auf die Stiele der Perithecien. Diese sind nun bei meiner Art im reifen Zustande meist anscheinend sitzend, allein die Anfangszustände derselben sind stets gestielt und sitzen am Ende von Seitenzweigen der Hyphen. Hie und da sieht man auch abgelöste reife Perithecien mit Stielen. Diese fallen von ihren Stielen sehr leicht ab und dienen vielleicht im geschlossenen Zustande zur Verbreitung des Pilzes.

Übrigens kommen auch andere Perisporiaceen vor mit kurzgestielten Perithecien z. B. *Meliola*-Arten. Ich lege daher

auf die Stiele der Perithecien nur ein geringes Gewicht und habe die Überzeugung, daß auch *B. Gardeniae* eine Capnodiee ist, wofür viele Einzelheiten in ihrer Beschreibung sprechen.

Dem Gesagten entsprechend müßte daher die Charakteristik der Gattung *Balladyna* geändert werden.

Mit *Cystotheca Wrightii* B. et C. hat *Balladyna* keine nähere Verwandtschaft, denn diese ist nach Nr. 411 dieser Fragmente eine mit *Sphaerotheca lanestris* Harkn. nahe verwandte Erysiphee.

Balladyna Medinillae Rac. (Bullet. Acad. Cracovie 1909, p. 373) ist nach der Beschreibung eine *Englerula* und hat *Englerula Medinillae* (Rac.) v. H. zu heißen.

Die Englerulaceen stehen unter den Perisporiaceen den Capnodieen offenbar näher als den Perisporieen. *Schiffnerula* v. H. scheint von den Englerulaceen zu den Capnodieen zu führen. (Siehe diese Fragmente 1909, VI. und VII. Mitt.)

413. Über Meliola octospora Cooke (?).

Das von Penzig bei Tjibodas gesammelte Exemplar (Icon. Fung. javanic., 1904, p. 2, Taf. II, Fig. 1) wächst auf durchsichtig punktierten Myrtaceenblättern. Es stellt flache, kleine, schwarze wollige Polster dar, in denen die Perithecien verborgen liegen. Diese sind kugelig, schwarz, spärlich behaart und etwa 400 μ breit, ohne Ostiolum. Die Paraphysen sind zahlreich, langfädig, zellig gegliedert und bis 4 μ breit. Die breitkeuligen, dünnwandigen Asci sind fünf- bis achtsporig und messen 100 bis 120 = 36 bis 44 μ. Sie sind ziemlich zahlreich im Perithecium vorhanden. Die vierzelligen, etwa 53 = 18 μ großen Sporen bestehen aus zwei mittleren großen und zwei etwa 12 μ breiten und hohen Endzellen, die am Ende etwas dickwandiger sind. An den Querwänden sind die Sporen sehr stark eingeschnürt, so daß die vier Zellen fast kugelig sind. In der Mitte sind die Sporen von einem 3 bis 4 μ dicken, allmählich verlaufenden, scharfbegrenzten Schleimgürtel umgeben. Die beiden Endzellen zeigen an der Basis oft eine helle schmale Zone, welche durch Spaltung des braunen Exospors entsteht. Das Subiculum besteht aus violettrotbraunen, 3 bis 6 μ breiten,

mäßig derbwandigen Hyphen, die verzweigt und unregelmäßig verflochten sind, zwei bis drei Lagen bilden und am Rande keine radiäre Ausbreitung zeigen. Hyphopodien fehlen völlig. Die bis über 400 μ hohen, unten 8 bis 9 μ breiten Borsten sind drei- bis viermal gabelig geteilt. Die Gabeläste bilden eine wollig verflochtene lockere Masse, welche die Perithecien deckt. Alle Zellmembranen sind mehr weniger violettrotbraun gefärbt.

Man sieht, daß diese Form, deren Zugehörigkeit zur Cooke'schen Art nicht feststeht, von den typischen *Meliola*-Arten sehr abweicht, insbesondere durch die mit einem Schleimgürtel versehenen Sporen und den Mangel der Hyphopodien.

Es handelt sich wahrscheinlich um eine neue mit *Meliola* nahe verwandte Gattung. Doch müßte vorher festgestellt werden, ob die Cooke'sche Form damit identisch ist.

M. cladotricha Lév. ist eine offenbar verwandte Form, was sich auch darin zeigt, daß sie nach Gaillard's Beschreibung (Le genre Meliola, 1892, p. 46) nur spärliche und schlecht entwickelte Hyphopodien besitzt.

M. penicillata Lév. ist nach Gaillard's Beschreibung (l. c., p. 116) höchst wahrscheinlich ein *Septobasidium*.

414. Pseudonectria tornata v. H. (Nectriella Sacc.)

Perithecien glatt und kahl, oberflächlich, zerstreut, kugelig, oben flach und wenig vertieft, 220 μ breit, sehr blaß wachsgelb, einer kaum vorstehenden aus 2 μ breiten gelblichen plektenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehenden Basalmembran aufsitzend. Perithecienmembran blaß, zweischichtig. Innere Schichte gleichmäßig etwa 6 μ dick aus mehreren Lagen von ganz zusammengepreßten Zellen bestehend. Äußere Schichte unten 6 μ dick, oben um den Mündungskegel einen 20 μ dicken, 80 μ breiten, flachen Wulst bildend, aus mehreren Lagen von dünnwandigen, offenen, flachen, polyedrischen 8 bis 12 μ breiten Zellen bestehend. Mündungskegel aus radiär stehenden Hyphen bestehend, 10 μ hoch, 40 bis 50 μ breit, spitz. Asci sehr zahlreich und zartwandig, spindelig-keulig, sitzend, 44 ≈ 6 bis 8 μ, achtsporig. Paraphysen sehr zartfädig, lang, 2 μ breit. Sporen schief zweireihig, hyalin, länglich zylindrisch, an den Enden

stumpflich, meist gerade, zartwandig, mit vier- bis sechsteiligem Plasma, einzellig, 9 bis 12 ≈ 2 bis 2·6 μ.

An morschen Blättern von *Pandanus* sp. im Walde von Tjibodas, Java, in Gesellschaft von *Nectria ignia* v. H.

Eine durch den Bau der Perithecienmembran ausgezeichnete Art. Die Sporen erscheinen durch die mehrfache Teilung des Plasmakörpers vier- bis sechszellig, doch bilden sich niemals Querwände aus.

415. Über Nectria hypocreoides Berk. et Cooke.

Ich zweifle nicht, daß ein von mir auf einer Rinde (von? *Albizzia moluccana*) in Buitenzorg gefundener Pilz die obige in der Grevillea XII, p. 81 beschriebene Art ist, da die wenn auch kurze und unvollständige Originalbeschreibung ganz gut stimmt.

Der Pilz hat ein aus den Rindenrissen hervorbrechendes, im trockenen Zustande kreideweißes flaches Stroma, das unten parenchymatisch, oben plektenchymatisch gebaut ist, sich auf der Rinde ausbreitet und gegen den kurzfaserig-körnigen Rand ganz dünn wird. In dem mittleren Teil sind die Stromata unregelmäßig höckerig und schmutzig blaß wachsgelb gefärbt. Die Form derselben ist sehr unregelmäßig, sie sind oft zerrissen und mit Fortsätzen versehen. Sie werden bis über 10 *mm* breit. Die Perithecien sind eikugelig, mit flacher Mündung, schmutzig wachsgelb bis weiß, matt, oft weißmehlig-feinfilzig, 240 bis 270 μ breit. Sie stehen meist ganz dicht und sind dann wenigstens anscheinend fast ganz eingesenkt. Doch kommen auch oberflächlich stehende vor, besonders gegen den Rand der Stromata, oder wenn diese schlecht entwickelt sind. Die Mündung ist klein und liegt auf einer bräunlichen, dunkleren, 32 bis 40 μ breiten Mündungsscheibe. Äußerlich macht der Pilz den Eindruck einer *Hypocrea*, wie der Speziesname andeutet. Die freien Perithecien zeigen manchmal vereinzelte steife, hyaline, unten mit 1 bis 2 Querwänden versehene, dünnwandige, unten 12 μ, oben 7 μ breite, bis über 230 μ lange, an der Spitze kurz drei- bis vierlappige Sporenträger, deren Sporen bereits abgefallen waren. Paraphysen fädig, sehr zartwandig, 3 bis 4 μ breit; Asci keulig, oben abgerundet konisch, unten spitz, meist achtsporig,

60 bis 75 = 7 bis 8 μ. Die hyalinen Sporen stehen meist oben zwei-, unten einreihig im Ascus, sind länglich, nach beiden Enden verschmälert und stumpflich, gerade oder kaum gekrümmt, glatt, stets mit vier Öltropfen, 10 bis 14 = 3 bis 3·5 μ. In Wasser liegend zeigten sie keine Querwand; diese tritt erst in Glycerin deutlich hervor. Die Perithecienmembran ist 25 bis 28 μ dick, undeutlich kleinzellig. Zellen zusammengepreßt, knorpelig-derbwandig, polygonal, 4 bis 6 μ breit. Hie und da sieht man auf kleineren Stromaten wachsgelbe, flache, bis über 0·5 *mm* breite unregelmäßig rundliche Polster sitzen, die eine *Hymenula* mit parallelen, 2 μ breiten, an der Basis büschelig verzweigten, kurzen, 2 μ breiten Sporenträgern darstellen, die an der Spitze hyaline, länglich-elliptische, 5 bis 7 = 2 bis 3 μ große einzellige Sporen bilden, welche zu einer dünnen Schichte schleimig verbunden sind. Diese *Hymenula* gehört sicher in den Formenkreis des Pilzes.

Es ist nun höchst bemerkenswert, daß dieser Pilz auf derselben Rinde noch in einer zweiten völlig verschieden aussehenden, stromalosen Form auftritt. Schon mit der Lupe kann man sehen, daß zwischen den ziemlich dichtstehenden weißen Stromaten teils einzeln oberflächlich und ganz frei, teils in kurzen Reihen oder kleineren Häufchen stehende, stark kollabierende Perithecien von durchscheinender Beschaffenheit und wachsgelber Färbung sich befinden. Dieselben sehen ganz anders aus als jene, welche in den Stromaten liegen und wurden daher von mir anfänglich für eine andere Art gehalten, um so mehr als sich auf derselben Rinde noch zwei weitere *Nectria*-Arten vorfanden. Allein schon mit der Lupe kann man Übergänge zur stromatischen Form wahrnehmen. In der Tat zeigte mir der genaue mikroskopische Vergleich, daß beide Formen zusammengehören. Asci, Sporen, Bau der Perithecienmembran, Form der Perithecien sind genau die gleichen. Würden die beiden Formen auf verschiedenen Substraten gewachsen sein, wären sie sicher als zu zwei voneinander ganz verschiedenen Arten gehörig beschrieben worden sein.

Man ersieht daraus, daß für die Charakteristik der *Nectria*-Arten das Stroma nur eine sekundäre Bedeutung hat und der Bau der Perithecien als allein maßgebend betrachtet werden

muß, was ich auf Grund früherer Erfahrungen schon angegeben habe.

Nectria hypocreoides ist sicher nahe verwandt mit *N. ochroleuca* (Schw.) *(Creonectria ochroleuca* (Schw.) Seaver, Mykologia, 1909, I, p. 190, wo die Synonymie). Der direkte Vergleich der beiden Arten miteinander zeigte mir nur wenig faßbare Unterschiede. Die Stromata sind bei *N. ochroleuca* sehr klein und gegen den Rand nicht allmählich verlaufend. Die Perithecien sind frei und nicht eingesenkt, ganz kahl, ferner sind die Perithecienmembranzellen deutlicher. Indessen ist es mir doch sehr wahrscheinlich, daß *N. hypocreoides* nur die Tropenform von *N. ochroleuca* ist. Die Tropenformen sind von den entsprechenden Arten der gemäßigten Zonen oft scheinbar sehr verschieden, da sie ein stärker entwickeltes Stroma haben und üppiger gewachsen sind. Dies zeigte mir sehr schön der Vergleich der *Endothia gyrosa* (Schw.) Fuckel aus Indien (= *N. gyrosa* B. et. Br.) mit Exemplaren aus Europa und Nordamerika. (Siehe diese Fragmente, Nr. 421.) Letztere sehen habituell ganz verschieden aus.

Eine Anzahl von *Nectria*-Arten ist sicher nahe verwandt mit *N. ochroleuca* und *N. hypocreoides* und zum Teil wahrscheinlich damit identisch, um so mehr als die erstere Art auf den verschiedensten Nährpflanzen vorkommt (s. Seaver, l. c.). Nur die Untersuchung der Originalexemplare könnte hier Klarheit schaffen. Es sind dies: *N. fructicola* Zimm. (Sacc. Syll. XVII, 785), *N. bulbicola* P. H. (XVII, 794); *N. prorumpens* Rehm. (XVI, 571). *N. Strelitziae* P. H. (XVI, 578); *N. pallidula* Cooke (IX, 960) und *N. subquaternata* B. et. Br. (II, 489).

N. (Creonectria) seminicola Seaver (Mykologia, 1909, I, p. 191) ist offenbar nur eine Form von *N. ochroleuca* (Schw.).

Da die Stromaentwicklung bei der Gattung *Nectria* eine sehr variable ist und von der Beschaffenheit des Substrates abhängt, erscheint mir die Aufstellung der Gattung *Creonectria* Seaver's von zweifelhaftem Werte. So ist *N. sanguinea* (Sibth.) v. *corallina* Bres. nur die stromalose Form von *N. ditissima* Tul. (die von *N. coccinea* [P.], wie auch Seaver angibt, nicht verschieden sein wird). Siehe diese Fragmente 1909, VI. Mitt., Nr. 200).

416. Über Nectria eustoma Penz. et Sacc.

Eine von mir im botanischen Garten von Buitenzorg auf der Rinde von *Albizzia moluccana* (?) in Gesellschaft von *Nectria hypocreoides* B. et Cooke, *N. oculata* v. H. und *Valetoniella crucipila* v. H. gefundene Form zeigte so viele gemeinschaftliche Merkmale mit *N. eustoma* P. et S., daß ich ihre Identität mit dieser Art vermutete. Allein sie hatte deutlich längsgestreifte Sporen, während *N. eustoma* nach der Originalbeschreibung und Abbildung (Icon. Fung. Javanic., 1904, p. 41, Taf. XXVIII, Fig. 3) glatte Sporen zeigen soll. Herr Prof. P. Saccardo in Padua hatte jedoch die Güte, beide Formen miteinander zu vergleichen und fand sie identisch. *N. eustoma* hat daher gestreifte Sporen. Es gibt nun 18 *Nectria*-Arten mit gestreiften Sporen, da zu den in diesen Fragmenten 1909, VI. Mitt., Nr. 198 und 199 angeführten 15 Arten noch *N. eustoma* P. et S., *N. fallax* Rick. (Ann. mycol. 1906, IV. Bd., p. 309) und *N. sordida* Speg. (Ann. myc. 1905, III. Bd., p. 239) kommen.

Die Untersuchung des Originalexemplares der *N. Anacardii* P. Henn. in Rehm, Ascomyc. exsic., Nr. 1781 zeigte mir, daß diese Art mit *N. eustoma* P. et Sacc. identisch ist. Diese Art kommt daher auch in Südamerika vor.

Im Folgenden gebe ich eine genauere Beschreibung der *N. eustoma* P. et S.

Stroma hervorbrechend, klein, mennigrot, parenchymatisch, Zellen 10 bis 20 μ breit, derbwandig, polyedrisch. Perithecien zu 10 bis 20 und mehr, dichtstehend, das Stroma bedeckend, eikugelig, etwa 400 μ breit, 500 bis 550 μ hoch, mennigrot, später nachdunkelnd, nicht einsinkend, schwach rauh, oben einen dunkel rotbraunen, gut abgesetzten 200 μ breiten und 50 μ hohen Discus tragend, der aus dickwandigen, kleineren Zellen besteht und in der Mitte eine sehr flach konische, 70 μ breite, zart konzentrisch und radial gezeichnete Mündungsscheibe zeigt, mit dem scharfbegrenzten, kreisrunden, 28 μ breiten Ostiolum. Perithecienmembran 25 bis 30 μ dick, stellenweise außen warzig-schollig vorspringend und daselbst bis 50 μ dick, aus ziemlich vielen Lagen von zusammengepreßten, derbwandigen, etwa 10 bis 15 μ breiten, oft nicht deutlichen, poly-

gonalen Zellen bestehend. Seitlich am Discus Membrandicke 60 μ. Paraphysen sehr zartwandig, 4 μ breitfädig, verschwindend. Asci sehr zartwandig, keulig, ungestielt, achtsporig, 90 bis 100 ≈ 18 bis 19 μ. Sporen oben parallel zweireihig, unten einreihig, hyalin, gerade oder kaum gekrümmt, einseitig flacher, elliptisch, nach beiden abgerundeten Enden fast konisch verschmälert, an der Querwand in der Mitte nicht eingeschnürt, mit 8 bis 10 hyalinen zarten Längsstreifen, 22 bis 28 ≈ 9 bis 9·5 μ.

417. Nectria ignia v. H.

Hypostromata meist dicht herdenweise, oberflächlich, orangerot, häutig, bis 250 μ breit, unregelmäßig rundlich, am Rande radiärfaserig, aus gelben, 3 bis 5 μ breiten, plektenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehend, 1 bis 5, meist 2 bis 3 unten kugelige, oben kegelig zulaufende, 105 bis 150 μ breite, 130 bis 160 μ hohe, feuerrote Perithecien tragend. Mündungskegel etwa 30 μ hoch, 70 μ breit, spitzlich, radiär gebaut. Perithecien glatt und kahl. Membran etwa 8 μ dick, aus zusammengepreßten, schwach knorpelig-derbwandigen, polygonalen, 4 bis 6 μ großen Zellen bestehend. Asci zahlreich, spindelig-keulig, zartwandig, sitzend, 36 bis 48 5 bis 7 μ, achtsporig. Sporen schief einreihig oder zweireihig, hyalin, länglich, an den verschmälerten Enden stumpflich, mit vierteiligem Plasma, zuletzt zweizellig, 8 bis 12 ≈ 1·8 bis 3 μ. Paraphysen zartfädig, verschleimend.

Auf beiden Seiten morscher *Pandanus*-Blätter, in Gesellschaft von *Pseudonectria tornata* v. H. und *Volutella minima* v. H., im Walde von Tjibodas, Java, 1908.

Die Sporen bleiben lange einzellig, zeigen aber schließlich eine deutliche Querwand. Der Pilz ist sehr ausgezeichnet durch das kleine fleischig-häutige Hypostroma, das in der Regel mehr als ein oberflächlich stehendes Perithecium trägt. Er macht den Eindruck einer *Dialonectria*, ist aber eine *Eunectria*.

418. Nectria (Dialonectria) oculata n. sp.

Perithecien herdenweise, oberflächlich, einzeln, in kurzen Reihen oder kleinen Gruppen stehend, ohne sichtbares Stroma, kugelig, öfter etwas breiter als hoch, 340 bis 570, meist 400 bis

450 μ breit, trüb mennigrot, öfter nachdunkelnd, schwach glänzend bis fast matt, mit flacher, glänzender, etwa 180 μ breiter, stets dunklerer, rotbrauner bis schwärzlicher Mündungspapille und flachem, rundlichem, 10 bis 12 μ breitem Ostiolum. Perithecien nie einsinkend, mit steifledrig-zäher, 35 bis 45 μ dicker Membran, die aus etwa 8 Lagen von unregelmäßig rundlichen, knorpelig-dickwandigen, kaum zusammengepreßten, 4 bis 6 μ breiten, fest verbundenen Zellen besteht; außen fast glatt. Paraphysen spärlich, fädig, verschwindend. Asci sehr zarthäutig, zylindrisch, achtsporig, 80 bis 86 = 6 bis 8 μ; Sporen gerade oder schief einreihig, hyalin, glatt, länglich-elliptisch, oft einseitig flach, gerade, nach den abgerundeten Enden kaum verschmälert, mit undeutlich vierteiligem Plasma, an der in der Mitte stehenden zarten Querwand nicht eingeschnürt, 12 bis 13 = 5·5 bis 6 μ.

An Astrinde von *Albizzia moluccana* (?) im botanischen Garten von Buitenzorg, Java, 1907.

Die Form ist durch die nie einsinkenden Perithecien mit flacher dunklerer Mündungspapille und steif-ledriger Membran, die aus kleinen, kaum zusammengepreßten, sehr dickwandigen Zellen besteht, sehr charakteristisch. Medianschnitte lehren, daß im oberen Teile der Perithecien die äußere Partie der Membran aus nach außen gerichteten fast parallelen, dickwandigen Hyphen besteht. An der Basis sind die Perithecien manchmal großzelliger.

Die Art scheint nur mit *N. mammoidea* Plowr. näher verwandt zu sein. Von dieser Art kenne ich nur ein ganz überreifes, von O. Jaap bei Glücksburg in Schleswig 1908 gesammeltes und von Rehm bestimmtes Exemplar. Dasselbe ist äußerlich von *N. oculata* kaum zu unterscheiden. Beschaffenheit und Bau der Perithecienmembran sind ganz die gleichen. Die Mündungspapille ist aber oben fast eben, manchmal fast discusartig und die Sporen sind nach Seaver (Mycologia 1909, I, p. 188) im Ascus ein- bis $1^1/_2$ reihig angeordnet und 18 bis 20 = 6 bis 7 μ groß. Seaver rechnet *N. mammoidea* zu *Creonectria* (= *Eunectria* Sacc.), obwohl ein deutliches Stroma nicht zu sehen ist.

419. Über Hypomyces chromaticus Berk. et Br.

Der in Journ. of Linn. soc. 1873, XIV. Bd., p. 113 beschriebene Pilz wächst nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Berkeley in Kew sowohl am Hymenium wie auf der Hutoberseite eines *Stereum*. Derselbe ist orangegelb. Die etwas gedrückt kugeligen, weichen Perithecien sind 200 bis 260 μ breit und ohne Mündungskegel 190 bis 200 μ hoch; oben befindet sich ein 40 μ hoher und 60 μ breiter scharf abgesetzter etwas dunklerer Mündungskegel. Die Perithecien stehen isoliert oder meist krustig gehäuft und miteinander verwachsend, zur Hälfte unter das eine dünne, aus orangegelben, derbwandigen, verfilzten, 3 bis 5 μ breiten Hyphen bestehende Membran bildende Subiculum eingesenkt. Die aus etwa 5 bis 7 μ großen, derbwandigen, undeutlichen Zellen bestehende Peritheciemembran ist außen mit einem dünnen, angedrückten Hyphenfilz bedeckt und sinkt schließlich scheibenförmig ein. Paraphysen fehlen. Die zylindrischen zahlreichen Asci sind zirka 100 ≈ 5 μ groß. Die Sporen sind deutlich körnig rauh, spindelförmig, in der Mitte einmal septiert, hyalin oder blaß, an beiden Enden spitz, mit oder ohne aufgesetztem kurzen Spitzchen, zirka 14 ≈ 4 μ.

Der Pilz ist von den gelben auf *Polyporus* und *Stereum*-Arten wachsenden rauhsporigen *Hypomyces*-Formen, wie *H. australiensis* v. H.; *javanicus* v. H. (in diesen Fragmenten 1909, VI. Mitt., Nr. 196 und 197); *Stuhlmanni* P. Henn.; *albidus* Rehm; *aurantius* (Pers.) und *parvisporus* (Winter), wie mir der direkte Vergleich zeigte, sicher, wenn auch zum Teil nur wenig verschieden. Am nächsten steht *H. australiensis* v. H.

420. Tubeufia Helicomyces n. sp.

Subiculum an geschwärzten Stellen der Blattscheiden dünn, ausgebreitet, zart, aus hyalinen 4 bis 5 μ breiten Hyphen bestehend, besetzt mit zahlreichen hyalinen oder schwach bläulichen 150 ≈ 3 bis 4·5 μ großen, septierten, $2^1/_3$ mal zu 40 bis 50 μ breiten, flachen Spiralen zusammengedrehten *Helicomyces*-Sporen und verschieden großen, weißen, nach Liegen im Wasser bläulich werdenden, kugeligen Perithecienanlagen.

Perithecien herdenweise auf dem Subiculum, aufrecht, länglich, 250 bis 300 μ hoch, 130 bis 150 μ breit, häutig-fleischig, unten weiß oder schwach bläulich, nach oben hin gelblich, an der stumpfen Spitze ockergelb, unten glatt, oben von vorspringenden Zellgruppen schwach rauh. Perithecienmembran aus quergestreckten bis 24 = 12 μ großen dünnwandigen Parenchymzellen bestehend. Ostiolum vorhanden. Paraphysen fädig, 1 bis 1·5 μ dick, oben knorrig verzweigt und verbunden, zahlreich. Asci zylindrisch, nach oben hin dickwandig, oben abgerundet, unten in einen kurzen Stiel verschmälert, 150 bis 170 = 12 bis 13 μ; meist weniger als achtsporig. Sporen fadenförmig, lang, 4 μ breit, hyalin, später bläulich, septiert, Glieder 5 bis 7 μ lang.

Auf dürren Gräsern eines Holzschlages in Biberbach bei Sonntagsberg, August 1905, leg. P. P. Strasser.

Der in Verhandl. der zool. bot. Gesellschaft Wien 1907, p. 308 als *Oomyces?* angeführte interessante Pilz hat ganz einfache Perithecien. Es gibt zwar auch *Oomyces*-Arten, deren Stroma nur ein Perithecium enthält (*Oomyces monocarpus* A. Möll., *javanicus* v. H., in diesen Fragmenten 1909, V. Mitt., Nr. 217), doch ist bei diesen stets ein deutliches Stroma vorhanden, das hier fehlt.

Es ist kein Zweifel, daß die *Helicomyces*-Form in den Entwicklungskreis des Pilzes gehört. Die *Helicomyces*-Sporen sehen den Ascussporen täuschend ähnlich und nehmen wie diese zuletzt wenigstens vorübergehend eine blaßblaue Färbung an. Diese Färbung zeigen auch die Hyphen des Subiculums, sowie die jungen Perithecien nach einigem Liegen in Wasser.

Der Pilz ist eine ganz typische *Tubeufia*, die aber durch die *Helicomyces*-Nebenfruchtform sehr auffallend ist. Mit *Tubeufia* Penz. et Sacc. sehr nahe verwandte Gattungen sind *Ophionectria*, *Torubiella* Boud., *Barya* Fuckel, *Globulina* Speg. und *Acrospermum* Tode.

Barya hat zylindrische, oben mit einer halbkugeligen Schleimkappe versehene paraphysenlose Asci, genau so wie *Cordyceps*.

Acrospermum ist sicher *Barya* nächstverwandt, hat aber fädige Paraphysen. Die zähe, knorpelige Beschaffenheit sowie der Bau der Perithecienmembran ist ähnlich wie bei *Barya*.

Torubiella hat fleischige Perithecien und oben verdickte Paraphysen, die Asci aber wie *Cordyceps* und *Barya*.

Ophionectria unterscheidet sich von *Tubeufia* eigentlich nur durch die Form der Perithecien. Asci und Paraphysen sind völlig gleich.

Penzig und Saccardo (Icon. Fung. javanicor. 1904, p. 49) sagen zwar bei den beiden Hauptarten *T. javanica* und *T. coronata*, daß die Perithecien locker prosenchymatisch aufgebaut sind, die Untersuchung des Originalexemplares von *T. coronata* aus dem Wiener Hofmuseum zeigte mir aber, daß die Perithecienmembran aus großen quergestreckten Parenchymzellen besteht. Die Perithecien von *T. coronata* und *javanica* zeigen oben eine Art Discus und nur ein undeutliches Ostiolum. Beides kommt auch bei *Ophionectria*-Arten vor.

Globulina Speg. scheint eine *Ophionectria* ohne Ostiolum und Paraphysen zu sein.

Jedenfalls zeigt *Tubeufia* einige Eigentümlichkeiten, welche die Aufrechterhaltung der Gattung gerechtfertigt erscheinen lassen.

Die beschriebene europäische Art steht den javanischen sehr nahe und ist ihre Auffindung von großem Interesse.

Offenbar ist die neuerdings von Seaver (Mycologia 1909, I. Bd., p. 70) als auf Maisstengeln vorkommend beschriebene nordamerikanische *Ophionectria cylindrothecia* auch eine *Tubeufia*, die *T. cylindrothecia* (Seav.) v. H. genannt werden muß. Sie ist von der hier beschriebenen verschieden.

421. Über Endothia, Valsonectria, Cryphonectria und Hypocreopsis.

Nach Saccardo (Syll. Fung. II., p. 485, I, p. 601, XVII, p. 784) sind *Nectria gyrosa* Berk. et Br. Fungi of Ceylon, Nr. 1211 und *Endothia gyrosa* (Schw.) Fuckel zwei voneinander verschiedene Pilze.

Allein schon aus den Bemerkungen von T. Petsch (Ann. Roy. Bot. Gard. Peradenyia, 1907, IV. Bd., p. 59) geht hervor, daß beide miteinander identisch sind. In der Tat zeigte mir der Vergleich des europäischen Exemplares in De Notaris, Erb.

critt. ital., Nr. 986 und Thümen, Mycoth. univers., Nr. 769, mit den indischen Formen von verschiedenen Orten aus dem Herbar Kew, daß offenbar beide Pilze identisch sind. Die oft großen Unterschiede sind nur scheinbarer und äußerlicher Natur und rühren davon her, daß die Schnäbel der Perithecien oft fast gar nicht, oft weit vorragen und das Stromagewebe bei den tropischen Formen stärker als bei den in trockeneren Gegenden erwachsenen sind.

Nun hat Saccardo 1905 (Syll. Fung. XVII, p. 784) die Gattung *Cryphonectria* aufgestellt. Als Typus dieser Gattung muß die zuerst angeführte Art *Cr. gyrosa* (B. et Br.) Sacc. angesehen werden. Für diese ist aber schon 1849 von Fries (Sum. veget. scand. II., p. 385) der Gattungsname *Endothia* aufgestellt worden. *Cryphonectria* Sacc. 1905 ist daher gleich *Endothia* Fries 1849.

Wie ich schon 1905 (Österr. bot. Zeitschr., 55. Bd., p. 55) angab, ist *Valsonectria* Speg. (Sacc. Syll. II., p. 519) von *Endothia* nicht verschieden. Bei *Valsonectria* wird gesagt, daß sich die Gattung einigen *Diaporthe*-Arten nähert. In der Tat zeigt *E. gyrosa* einen Peritheciennucleus ohne Paraphysen und mit in verschiedener Höhe liegenden Asci, die zartwandig sind und acht hyaline zweizellige Sporen enthalten, ganz so wie *Diaporthe*. Die Perithecien von *Endothia* kann man von denen von *Diaporthe* nicht unterscheiden. Doch besteht außer der verschiedenen Färbung der Stromata beider Gattungen noch ein anderer wesentlicherer Unterschied, der in der Nebenfruchtform liegt. *Diaporthe* hat *Plenodomus* Preuss (= *Phomopsis* Sacc.) als Nebenfruchtform, *Endothia* hingegen besitzt im Conidienstroma zahlreiche rundliche Hohlräume ohne eigene Wandung, mit kleinen stäbchenförmigen Spermatien (*Endothiella* Sacc. 1906). Die *Diaporthe*-Natur der Perithecien hat jedenfalls Murrill (Torreya VI, p. 189) veranlaßt, einen von ihm beschriebenen Pilz trotz seiner Hypocreaceenfärbung als *Diaporthe parasitica* zu bezeichnen. Dieser Pilz ist in Rehm, Ascomyc., Nr. 1710 ausgegeben unter dem Namen *Valsonectria parasitica* (Murrill) Rehm, es ist aber nicht anders als *E. gyrosa* mit schwach entwickeltem Stroma.

Da ich *Hypocrea longicollis* Penz. et Sacc. (Icon. Fung. javanic., 1904, p. 53, Taf. 36, Fig. 2) nicht gesehen habe, ist noch zu prüfen, ob dieser Pilz nicht gleich *E. gyrosa* ist.

Mit *E. gyrosa*, die eine ausgesprochene Hypocreacee ist, sind sehr nahe verwandt *Hypocreopsis (?) moriformis* Starb. und *Myrmaeciella Caraganae* v. H. (Österr. bot. Zeitschr. 1905, 55. Bd., p. 53). Diese zwei Arten haben auch dieselbe Conidiennebenfruchtform wie *Endothia* und unterscheiden sich eigentlich nur dadurch von dieser Gattung, daß die Perithecien direkt unter der Oberfläche der Stromata eingesenkt sind und keinen Schnabel haben. Dieser Unterschied dürfte nicht genügen, sie von *Endothia* abzutrennen.

Auch *Myrmaeciella endoleuca* (Sacc.) Lindau halte ich für mit *Endothia* verwandt, doch kenne ich diese Form nicht.

Das Verhältnis von *Hypocreopsis* Karsten und *Clintoniella* Sacc. zu *Endothia* ist noch näher festzustellen.

422. Über Asterina subreticulata Speg.

Auf den Blättern von *Solanum boerhaviaefolium* aus dem südlichen Brasilien fand ich neben *Polystomella pulcherrima* Speg. noch *A. subreticulata* Speg. (Sacc. Syll. Fung., IX, p. 390). Die Untersuchung zeigte mir, daß die zweizelligen Sporen lange hyalin bleiben, zuletzt aber durchscheinend dunkelbraun werden. Die eikugeligen, paraphysenlosen Asci scheiden eine mächtige Schichte eines festen Schleimes aus, durch den die Perithecien schließlich radial zerrissen und weit sternförmig geöffnet werden. Der Pilz ist daher eine *Myxasterina* (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 331). Sie weicht von *M. Strychni* v. H. dadurch ab, daß die Asci einer hyalinen Gewebsschichte und nicht lockeren Hyphen entspringen, steht aber andrerseits derselben so nahe, daß sie vorläufig in der Gattung bleiben muß. Der Pilz hat daher *Myxasterina subreticulata* (Speg.) v. H. zu heißen. Das Exsiccat, Rehm, Ascomycetes, Nr. 1819 ist nicht *Asterina vagans* Speg., sondern *A. subreticulata* Speg. Diese zwei Arten dürften sich sehr nahe stehen und sich hauptsächlich durch das Mycel voneinander unterscheiden. Sollten die betreffenden Angaben Spegazzini's nicht richtig sein, so könnten sie zusammenfallen.

Asterella verruculosa Syd. (Ann. myc. 1904, II. Bd., p. 168) scheint mit *Asterina Puiggari* Speg. (Sacc. Syll. Fung., I, p. 43) nahe verwandt oder identisch zu sein. Ähnliches vermute ich von *A. typhospora* R. Maire (Ann. mycol. 1908, VI. Bd., p. 148).

423. Über Micropeltis bambusina v. H.

Die wiederholte Untersuchung dieses in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 222, beschriebenen Organismus zeigte mir, daß derselbe, wie ich nachträglich vermutete, keine *Micropeltis* ist, sondern eine unter der Cuticula eingewachsene Flechte. Die graugelbliche dünne Membran, in welche die Perithecien übergehen, ist ein Flechtenthallus, der deutlich grünlich gefärbt ist.

Es ist kein Zweifel, daß *M. bambusicola* P. Henn. (Engl. Jahrb., 1900, XXVIII. Bd., p. 273), die sich nach der Beschreibung genau ebenso verhalten muß, ebenfalls eine Flechte ist.

Diese beiden Flechten gehören offenbar in die Gattung *Phylloporina* Müll. Arg. (Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., Lichenes, p. 74).

424. Über Micropeltis asterophora B. et Br.

Dieser in Journ. of Linn. Soc. 1873, XIV. Bd., p. 131 beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Berkeley unreif, stimmt aber im Baue so sehr mit der Gattung *Trichothyrium* Speg. (Sacc. Syll. Fung., IX, p. 1062) überein, daß man denselben unbedenklich als *Trichothyrium asterophorum* (B. et Br.) v. H. bezeichnen kann. Derselbe scheint sogar dem *T. sarciniferum* Speg. sehr nahe zu stehen.

Der Pilz wächst (zusammen mit einer Meliola) in meist länglichen, dentritischen, mattschwarzen, 1 bis 4 *mm* großen, dünnen, zusammenfließenden Rasen auf der Blattoberseite ganz oberflächlich. Er besteht aus derbwandigen, dunkelbraunen, abwechselnd verzweigten, gerade verlaufenden, 7 bis 8 μ dicken Grundhyphen, die mit wechselständigen, köpfigen, zweizelligen, etwa 25 = 12 μ großen Hyphopodien besetzt sind. Diese Grundhyphen werden von viel dünneren braunen Hyphen umsponnen, welche oben zu die Grundhyphen deckenden, beiderseits ab-

gerundet lappig vorspringenden, radial gebauten, schildförmigen Membranen verwachsen, die am Rande in feine hyalin werdende Hyphen auslaufen, welche die Räume zwischen den Haupthyphen in Form einer subhyalinen zarten, der Epidermis der Blätter anliegenden Membran ausfüllen. Auf diese Weise entstehen 40 bis 80 μ breite schwarzbraune Bänder (vittae), welche als basale Achse die Grundhyphe enthalten, in der Mitte am dicksten sind und zu beiden Seiten die radiär gebauten Deckmembranlappen zeigen. Gegen die Mitte der Pilzrasen zu verschmelzen die Bänder zu einer opaken Gewebsmasse. Zwischen und auf den Bändern sieht man Perithecienanlagen ziemlich zahlreich in Form von 30 bis 40 μ breiten runden, regelmäßig radiär gebauten einzelschichtigen Scheiben sitzen. Außerdem sitzen zwischen den Bändern auf der subhyalinen Füllmembran, wahrscheinlich auf sehr kurzen, hyalinen Stielen, vierzellige, dunkelbraune *Sarcina*-ähnliche, feinstachelig-rauhe, 16 bis 18 μ breite, abgerundet vierseitige Conidien. Stellenweise, aber sehr spärlich sieht man noch halbiert schildförmige, kreisrunde, scharfbegrenzte, 120 bis 160 μ große Perithecien, deren Membran aus regelmäßig radiär angeordneten, fast quadratischen, 4 – 3 μ großen umbrabraunen Zellen aufgebaut ist und oben ein rundliches 15 μ breites, flaches Ostiolum zeigt. Die eiförmig-dickkeuligen, mäßig derbwandigen Asci messen 32 bis 34 = 12 bis 15 μ und sind ganz unreif. Paraphysen undeutlich oder fehlend.

Ganz ähnlich ist auch der vegetative Aufbau von *Trichopeltopsis reptans* (B. et C.) v. H., doch sind hier die Perithecien vollständig und linsenförmig, was indes noch am Originalexemplar sicherzustellen ist (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 325).

425. Über Micropeltis leucoptera und M. macropelta P. u. S.

Von *M. macropelta* P. u. Sacc. (Icon. Fung. javanic. 1904, p. 61, Taf. 41, Fig. 1) sah ich nur ein einziges unreifes Stück, während auf demselben Blatt *M. leucoptera* reichlicher vorhanden war. Beide diese Formen sind ganz nahe mit *Scolecopeltopsis transiens* v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 373) verwandt, welche keine echte *Scolecopeltopsis* (in diesen Frag-

menten, 1909, VI. Mitt., Nr. 218) ist, da das Gewebe oben brüchig, fast kohlig ist und die Sporen nicht in ihre Teilzellen zerfallen. Im Querschnitte sehen die Perithecien dieser Pilze ganz so wie *Scolecopeltopsis aeruginea* (Zimm.) v. H. aus, es sind daher keine Microthyriaceen, welche mit der ganzen Breite angewachsene halbierte, schildförmige Perithecien haben, während bei *Scolecopeltopsis* ein stark niedergedrücktes dick linsenförmiges Perithecium vorhanden ist, das am Rande in einen Kreisflügel verbreitert ist.

M. macropelta hat bis 800 μ breite Fruchtkörper, während diese bei *M. leucoptera* nur bis 270 μ breit werden. Der Bau derselben und die aus dem Schwarzen tintenblaue Färbung derselben ist bei beiden genau gleich. Am Kreisflügel sieht man deutlich die sehr feine gewundenzellige Struktur. Eigentlich sind *Scolecopeltopsis transiens, leucoptera* und *macropelta* eigentümliche Sphaeriaceen, da aber die Ähnlichkeit mit der echten *Sc. aeruginea* eine höchst auffallende ist und die Perithecien innen und unten weichfleischig sind, halte ich es vorläufig für am besten, diese Formen bei *Scolecopeltopsis* (Hypocreaceen) zu belassen und die Charakteristik letzterer Gattung etwas zu erweitern. Hierher werden voraussichtlich noch andere *Micropeltis*-Arten mit nicht rein kohligen Gehäusen gehören.

426. Über Micropeltis orbicularis Cooke.

Der in Grevillea VI, p. 118 beschriebene Organismus wird von Saccardo (Syll. Fung., II, p. 661) zu *Myocopron* gestellt.

Die Untersuchung des Originalexemplares aus dem Herbar Cooke in Kew zeigte mir, daß es sich um eine typische epiphylle Flechte handelt, die genau in die von mir in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 366 aufgestellte Flechtengattung *Raciborskiella* paßt.

Die schwarzen halbkugeligen, glänzenden, oben mit einem rundlichen Porus versehenen, 200 bis 260 μ breiten Perithecien stehen einzeln oder zu zwei bis mehreren in einem kleinen, rundlichen, olivengrünen, 0·5 bis 1·5 *mm* breiten und 8 bis 12 μ dicken Thallus, der fein schwärzlich bestäubt erscheint und sich unter der Cuticula entwickelt. Asci zahlreich,

zylindrisch, 50×3 bis 4 μ; Paraphysen zahlreich, dünnfädig; Sporn hyalin, länglich-keulig, zweizellig, 8 bis $9 \times 2 \cdot 5$ bis 3 μ, oder länglich-spindelig, dreizellig, $12 \times 2 \cdot 5$ μ, schief sich deckend, einreihig im Ascus. Die Alge besteht aus einer einfachen Membran, die aus einer Lage von polygonalen, 3 bis 4 μ breiten, lebhaft grünen, radial gereihten Zellen besteht.

Raciborskiella Talaumae (Rac.) v. H. = *Clypeolum Talaumae* Rac. ist genau so gebaut, doch ist hier der Flechtenthallus viel schwerer zu sehen, während man *M. orbicularis* Cooke schon mit der Lupe als Flechte erkennt.

Der Organismus hat *Raciborskiella orbicularis* (Cooke) v. H. zu heißen und gehört zu den epiphyllen Pyrenolichenen.

Nach einer schriftlichen Notiz im Herbar Kew soll *M. orbicularis* Cooke gleich *Rhytisma constellata* B. et Br. sein, welche in Saccardo, Syll. VIII, p. 737 als *Marchalia* figuriert. Diese Notiz ist aber falsch, denn das Originalexemplar von *Rhytisma constellatum* B. et Br., welches bei jenem von *Rhytisma spurcarium* B. et Br. liegt, zeigt keine Spur von *M. orbicularis* und ich habe mich völlig sicher davon überzeugt, daß *R. constellatum* und *R. spurcarium* ein und derselbe Pilz sind (siehe Nr. 448 dieser Fragmente).

Noch sei bemerkt, daß die schwarze Bestäubung des Thallus von *Raciborskiella orbicularis* (C.) v. H. von kohligen Stückchen des Pilzgewebes herrührt, die unter der Algenmembran zerstreut liegen und durchscheinen.

427. Über Sordaria botryosa Penz. et Sacc.

Diese im wesentlichen richtig beschriebene Art (Icon. Fung. javanic. 1904, p. 9, Taf. VII, Fig. 2) hat nach dem Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum knorpelige Perithecien, ein gut entwickeltes, hervorbrechendes Hypostroma, auf dem die Perithecien dicht angeordnet sitzen und Sporen, die anfänglich hyalin und wurmförmig (bis 50×4 μ), später aber fast zitronenförmig, schwarz sind, mit einem hyalinen Anhängsel am unteren abgestutzten Ende.

Es ist keine *Sordaria*, sondern ein mit *Bombardia fasciculata* Fries nahe verwandter Pilz. Der Bau der Perithecien ist ein ganz analoger. Dieselben sind ellipsoidisch, 370 μ hoch und

260 μ breit. Die Wandung ist aus drei mehrlagigen Schichten von Zellen zusammengesetzt, von welchen die mittlere subhyalin ist und aus knorpelig-gelatinös verdicktem Plektenchym besteht. Unten ist die Wandung etwa 50 μ, oben 90 bis 100 μ dick. Das Lumen ist eiförmig, obenhin konisch verschmälert.

In diesen Fragmenten 1907, III. Mitt., Nr. 117 habe ich gezeigt, daß *Bombardia fasciculata* dem Baue der Perithecien nach von *Podospora* nicht verschieden ist und habe daher beide Gattungen vereinigt. Nachdem nun eine zweite der *Bombardia fasciculata* nahestehende Form bekannt geworden ist, die auch ein gut entwickeltes Stroma besitzt, erscheint es zweckmäßig, die mit Stroma versehenen *Bombardia*-Arten von den stromalosen *Podospora*-Arten generisch zu trennen. Dem entsprechend muß die Charakteristik dieser zwei Gattungen geändert werden.

1. *Podospora* Cesati (Char. emend. v. H.). Mistbewohner oder Saprophyten ohne Stroma. Perithecien einzelstehend, meist eingesenkt, später frei, häutig oder derber, knorpelig. Sporen gefärbt, einzellig, mit 1 bis 2 gallertigen Anhängseln.

2. *Bombardia* Fries (Char. emend. v. H.). Parasiten oder Saprophyten. Mit oberflächlichem oder hervorbrechendem Basalstroma, auf dem die freien Perithecien rasig stehen. Perithecien derbwandig, knorpelig. Sporen gefärbt, einzellig, mit 1 bis 2 hyalinen, gallertigen Anhängseln.

Zu *Bombardia* gehören die drei Arten: *B. fasciculata* Fries, *B. botryosa* (P. et S.) v. H. und *B. Pulvis-pyrius* (P. et S.) v. H.

Bombardia brachyura Mouton (Bull. soc. bot. Belgique, 1900, 39. Bd., I. Teil, p. 37) ist offenbar eine *Podospora*.

Sphaeria sepulta Boudier 1877 (Sacc. Syll., IX, p. 497 sub *Rosellinia*) ist wahrscheinlich derselbe Pilz, der *Podospora sepulta* (Boud.) v. H. genannt werden muß.

428. Über Rosellinia (Amphisphaerella) marginato-clypeata Penz. et Sacc.

Von dieser in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 7, Taf. V, Fig. 2 beschriebenen Art untersuchte ich das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum. Der Pilz hat ein kohliges, sich unter der Epidermis entwickelndes Stroma, das die Epidermis kegelig

auftreibt und meist nur ein, öfter aber auch einige Perithecien enthält.

Es ist daher derselbe eine *Anthostoma*, die *A. marginato-clypeata* (P. et S.) v. H. genannt werden muß.

Eine mindestens sehr nahe damit verwandte Form ist *Anthostoma sphaerotheca* Earle (Sacc. Syll., XVI, p. 440), doch sind bei dem javanischen Pilze die Asci schon verschwunden und läßt sich daher nichts Näheres feststellen.

429. Über Rosellinia (Coniomela) Pulvis-pyrius Penz. et Sacc.

Der in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 8, Taf. VI, Fig. 2 beschriebene Pilz hat eiförmige, bis 520 μ hohe und 360 μ breite Perithecien, die in Herden oder rasig stehen. Im letzteren Falle ist ein deutliches, zähes, schwarzes Hypostroma vorhanden. Die Perithecien haben eine 110 bis 120 μ dicke, knorpelig-gelatinöse Wandung, die aus drei Schichten besteht. Die äußere ist zirka 15 μ dick, opak; die mittlere bis über 80 μ dick, blaßrötlich, fast hyalin, aus dickwandigem knorpelig-gelatinösem Plektenchym bestehend, die innerste ist 10 bis 15 μ dick, aus flachen, dünnwandigen Zellen bestehend. Paraphysen zahlreich, verklebend, sehr lang. Die Asci sind bis über 220 × 12 bis 14 μ groß, keulig-zylindrisch, dünnwandig, gestielt, an der Spitze mit einem rundlichen, eingelagerten Glanzkörper versehen. Die Sporen sind anfänglich wurmförmig, einzellig, mit kurzen aufgesetzten dünnen Fortsätzen an den Enden, etwa 45 × 4 bis 5 μ.

Der Pilz ist eine ganz typische *Bombardia*, welche der *B. botryosa* (P. et Sacc.) v. H. sehr nahe steht, ja vielleicht nur eine Form derselben ist. Er muß *Bombardia Pulvis-pyrius* (P. et Sacc.) v. H. genannt werden.

430. Über Melchioria leucomelaena P. et S.

Da der in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 14, Taf. X, Fig. 4, von Penzig und Saccardo beschriebene und abgebildete Pilz bei Tjibodas auf den Blattscheiden von *Amomum* sp. (nicht *Elettaria* wie l. c. steht) häufig ist, habe ich ihn 1908 öfter gefunden und konnte ihn näher untersuchen.

Er stellt jedenfalls eine eigene gute Gattung dar, doch kann ich die Angaben der genannten Autoren, daß der Pilz

ganz oberflächlich ist, daß die Perithecien glatt und kahl, die Paraphysen kurz und spärlich und die Sporen glatt sind, nicht bestätigen.

Da man nicht selten auch Perithecienrasen ohne weißes Stroma findet, lag die Vermutung nahe, daß dieses Stroma gar nicht zum Pilze gehört. Allein die genaue Untersuchung hat gezeigt, daß dies doch der Fall ist.

Der Pilz wächst nicht ganz oberflächlich, sondern entspringt aus einem sehr zartwandigen, zum Teil parenchymatischen Hyphengewebe, das seinen Ursprung meist mehrere Blattscheiden tief in der Pflanze hat. Dieses Hyphengewebe wächst, die Zellwände von 2 bis 3 Blattscheiden durchsetzend, senkrecht bis zur Oberfläche der Pflanze und bildet hier das Perithecienstroma. Die Zwischenräume zwischen je zwei Blattscheiden werden in Form von freien, gelben oder weißlichen Säulchen von etwa 1 bis 2 *mm* Länge und 300 bis 400 μ Breite durchsetzt, welche den Bau von *Rhizomorpha*-Strängen besitzen.

Die Epidermen und das Mesophyll der Blattscheiden werden von den zarten Hyphen senkrecht durchbohrt und so gelangt das Hyphengewebe an die Oberfläche, durch und zwischen den Epidermiszellen, teils als Einzelhyphen, teils in Form von dünnen, hyalinen Strängen, ohne die Epidermis abzuheben. Im Gewebe der Blattscheiden findet man unter der Mitte jedes Peritheciumrasens eine etwa 300 bis 400 μ breite zylindrische Partie, welche ziemlich scharf abgegrenzt ist und deren Zellen und Intercellularräume von dem hyalinen, sehr zartwandigen, stellenweise gestreckt parenchymatischen Pilzgewebe durchsetzt sind. An der Oberfläche entsteht nun ein flaches, weißes, in der Mitte mehr parenchymatisches, gegen den Rand mehr radialfaseriges Stroma. In demselben findet man nun zunächst einen bis wenige halb eingesenkte, gelbe bis rotbräunliche, feste, bis etwa 900 μ breite und 250 μ dicke, glatte Polster, die aus senkrechten Reihen von zartwandigen Zellen bestehen, die ganz mit einer stark lichtbrechenden, homogenen, zitronengelben, harzähnlichen Masse, die auch oft zwischen den Zellen in größeren Massen ausgeschieden erscheint, ausgefüllt sind.

Diese Polster scheinen sich weiter nicht wesentlich zu verändern; ihre Bedeutung ist mir nicht klar geworden, vielleicht sind es Schutzorgane des weichen Stromas gegen Angriffe von außen. Man findet sie später zwischen den entwickelten Perithecien in Form von gelben, zusammengepreßten Platten, die oben wulstig vorragen und durch ihre helle Färbung zwischen den schwarzen Perithecien auffallen. Seitlich und zwischen diesen Polstern sieht man dunklere zellige Stellen, welche die Anfänge der Perithecien darstellen. Im ausgewachsenen Zustande stehen diese zu 2-vielen rasig am Stroma. Von oben gesehen erscheinen sie fast kugelig und sind hier kohligbrüchig, nach unten sind sie etwas konisch verschmälert, weicher und schneidbar. Die 20 bis 35 μ dicke Peritheciemembran besteht aus etwa 8 bis 10 Lagen von dünnwandigen, kohligen, zusammengepreßten, polygonalen Zellen und ist außen schwach runzelig-rauh, während die gut abgegrenzte kegelige Mündungspapille glänzend ist. Mit guter Lupe betrachtet, erscheinen die Perithecien locker gelblich bestäubt, da sie mit zerstreuten, schwarzbraunen, nach obenhin fast hyalinen, 2- bis 3zelligen, oben ein kugeliges, etwa 16 μ breites, mit gelber, harzartiger Masse erfülltes Köpfchen tragenden, etwa 40 bis 80 = 8 bis 10 μ großen, steifen, Drüsenhaaren besetzt sind. Das Gewebe der Peritheciemembran geht unten ganz allmählich in das weiße Stromagewebe über.

Der Nucleus der Perithecien besteht aus vielen, sehr zartwandigen, spindelig-keuligen, sitzenden, bis 125 bis 180 = 26 μ großen Asci, in welchen die 8 hyalinen Sporen meist schief zweireihig liegen. Die schließlich ganz verschleimenden Paraphysen sind lang, baumartig verzweigt, oben netzig verbunden und 1 bis 2 μ dick. Die typischen Sporen sind stets gleichzweizellig, doch findet man auch einzelne 4- bis 9zellige. Sie werden samt der scharf begrenzten, 2 bis 2·5 μ dicken Schleimhülle 38 bis 66 = 11 bis 14 μ groß. Die Sporenmembran ist etwa 1 μ dick und an den stumpflichen Spitzen der Sporen bis auf 3 μ verdickt. Im gut entwickelten Zustand ist sie sehr feinkörnig rauh, während der reichliche Inhalt homogen ist.

Mir scheint *Melchioria leucomelaena* am nächsten mit *Eriosphaeria* und *Antennularia* Rbch. (= *Antennaria* Link = *Coleroa* Rabh. = *Gibbera* Fries) verwandt zu sein.

Von *Eriosphaeria* unterscheidet er sich durch das hellgefärbte, fleischige Stroma, die Entwicklung aus dem Innern der Pflanze und die Drüsenhaare der Perithecien, von *Antennularia* durch die helle Farbe des Stromas, die hyalinen Sporen und die Drüsenhaare.

Bemerkenswerterweise kommt auf denselben *Amomum*-Blattscheiden ein offenbar verwandter Pilz mit ähnlichen Sporen vor (*Eriosphaeria ambigua* v. H.), über den in einem folgenden Abschnitte berichtet wird (s. Nr. 435).

Noch sei bemerkt, daß man auf denselben *Amomum*-Blattscheiden in der Nähe der *Melchioria*-Rasen eine *Hymenula* findet, von gelbbräunlicher Färbung mit einfachen, dichtstehenden, 30 bis 40 = 1 bis 1·5 μ großen Sporenträgern und stäbchenförmigen, einzelligen, 6 bis 8 = 1·5 bis 2 μ großen Sporen, welche wahrscheinlich als Nebenfruchtform zur *Melchioria* gehört.

431. Über Antennaria scoriadea Berk.

Diese Art ist beschrieben und abgebildet in J. D. Hooker, The botany of the antarctic voyage in the years 1839—1843, London 1844, I. Bd., p. 175, Taf. 67. Von derselben untersuchte ich die Originalexemplare aus dem Herbar Kew. Es sind 9 Exemplare, die in drei Reihen auf einem Bogen aufgeklebt sind. Von diesen rührt das neunte Exemplar von den Aucklandinseln her, die beigefügten Figuren stimmen mit jenen der Berkeley'schen Publikation überein. Dieses neunte Exemplar ist daher das eigentliche Originalexemplar. Die Exemplare 1, 2, 3, 5 und 6 rühren von Neuseeland her; sie stimmen soweit mit dem von Auckland überein, daß angenommen werden kann, daß sie dieselbe Art darstellen. Das Exemplar 4 stammt vom Swan-River in Australien. An diesem ist nichts mehr festzustellen. Das Exemplar 7 (als *Dendropogon stygium* bezeichnet) stammt von der Spitze eines Vulkans (Trani?) in Amerika. Es ist ein äußerlich ähnlicher Pilz, aber verschieden von *Antennaria scoriadea*. Das Exemplar 8 hat 5 bis 6 μ breite,

tintenblaue Hyphen, ist ein ganz verschiedener Pilz und erinnert in der Form an eine Hymenolichene. Es stammt aus Tasmanien.

Leider ist gerade das Typusexemplar (9) schlecht erhalten. Da aber die Exemplare aus Neuseeland zweifellos zur selben Art gehören, war es doch möglich, eine genügende Vorstellung vom Pilze zu erhalten.

Danach entwickelt der Pilz anfänglich dünnere, etwa 4 bis 5 μ breite Hyphen, aus welchen später torulaartige Hyphen entspringen, deren Glieder bis 28 μ breit und 20 μ hoch werden. Letztere sind an den Enden quer abgeschnitten, sonst kugelig-bauchig. Neben und nach diesen *Torula*-Hyphen, nach welchen Berkeley den Pilz in die Gattung *Antennaria* Link versetzte, entstehen in reichlichster Menge noch sehr lange, derbwandige, mehr weniger parallel aufrechte, büschelig wenig verzweigte Hyphen, deren Glieder bis 18 bis 20 μ breit und meist 26 bis 28 μ lang werden. Sowohl diese als die *Torula*-Hyphen haben eine charakteristische dunkelviolettbraune Färbung. Die aufrechten, nicht torulösen Hyphen haben die Neigung, durch kurze, seitliche Auswüchse hie und da, nach der Art von *Spirogyra*, miteinander zu verwachsen, was schon Berkeley erwähnt und abbildet. Zuletzt bilden diese Hyphen Synnemata, welche bis 300 μ und darüber dick werden und unter 60° abstehende, aus einfachen Hyphen oder Hyphenbündeln bestehende Seitenzweige haben. Das Typusexemplar aus Auckland zeigt zwar von diesen Synnematen nichts, allein auf der Mittelfigur Berkeley's sind sie deutlich zu sehen. Diese Synnemata sehen tannenartig aus.

Irgendwelche Conidien oder Pycniden konnte ich nicht finden. Hingegen sah ich zwei kugelige, etwa 90 bis 105 μ große Perithecien zwischen den aufrechten parallelen Hyphen liegen. Dieselben waren zwar schon abgelöst und daher die Art und der Ort ihrer Befestigung nicht festzustellen, gehören aber sicher zum Pilze nach der Art ihrer Beschaffenheit. Die Perithecien haben kein Ostiolum und eine zähhäutige, nicht kohlige Membran, die aus 6 bis 8 μ breiten, polygonalen Zellen besteht. Die Paraphysen scheinen zu fehlen. Die Asci sind denen von *Capnodium salicinum* ähnlich, 60 bis 70 ≈ 20 μ, spindelig-

keulig, oben dickwandig, abgerundet und kurz zylindrisch vorgezogen, unter der Mitte bauchig und unten kurz stielartig verschmälert. Sie enthalten 8 hellbraune, länglich-keulige, etwa $32 \simeq 6 \cdot 5\ \mu$ große Sporen, mit etwa 10 bis 11 Querwänden und im oberen, breiteren Teile mit einer Längswand. Der untere, schmälere Teil ist etwas gebogen. Die Enden sind stumpfkonisch. Die Sporenmembran ist dünn, an den Querwänden nicht eingeschnürt.

Nach diesem Befunde, mit Berücksichtigung dessen, was ich in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 379, über die Capnodiaceen gesagt habe, muß der Pilz als eine solche betrachtet werden und vorbehaltlich der Untersuchung frischer, besserer Exemplare vorläufig als *Capnodium scoriadeum* (Berk.) v. H. bezeichnet werden.

Der von F. W. Neger im Zentralbl. f. Bakteriol. und Parasitenkunde, 1895, II. Abt., I. Bd., p. 536, Taf. IV, als *Antennaria scoriadea* Berk. abgebildete und genau beschriebene Pilz ist nach seinen Angaben und einem vom Autor erhaltenen Exemplare von Berkeley's Pilz verschieden, aber jedenfalls nahe damit verwandt. Die Sporen sind nur quergeteilt. Hingegen ist es möglich, daß das neuseeländische, von Rehm, Ascomyc., Nr. 1574, ausgegebene Exemplar eine Conidienform von *Antennaria scoriadea* ist. Die aufrecht parallelen Hyphen sind sehr ähnlich denen des Originals, tragen jedoch bis $150 \simeq 20\ \mu$ große, bis 15zellige, helminthosporiumartige, etwas verbogene, zylindrisch-spindelförmige Sporen.

432. Der Ascuspilz von Torula Rhododendri Kunze.

Als Ascuspilz der *Torula Rhododendri* Kunze (Sturm, Deutschlands Flora, III. Abt., Pilze, II. Bdch., p. 95, Taf. 44 [1829]) hat Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 87) *Apiosporium Rhododendri* angegeben, das flache Perithecien mit vielsporigen Asci und kugeligen, $8\ \mu$ großen Sporen besitzen soll.

Solche Perithecien sind trotz der Häufigkeit des Pilzes nicht wiedergefunden worden und ist diese Angabe Fuckel's offenbar falsch.

An von Dr. Rehm in den Alpen gesammelten Zweigen von *Rhododendron ferrugineum* fanden sich nun zusammen

mit *Torula Rhododendri* Perithecien vom Bau einer *Antennularia* (= *Coleroa* Rabh. = *Gibbera* Fries = *Dimerosporiopsis* P. Henn., siehe diese Fragmente, 1909, VIII. Mitt., Nr. 356 und 379), von deren Zusammengehörigkeit mit der *Torula* ich mich überzeugen konnte.

Es verhält sich daher *Antennularia Rhododendri* (Kunze) v. H. genau so wie der Typus der Gattung *Antennularia ericophila* (Link) Reichenb., welcher auch neben *Coleroa*-Perithecien *Torula*-Conidien besitzt, wodurch meine Angaben in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 379, völlig bestätigt werden.

Die Perithecien von *Antennularia Rhododendri* (Kunze) v. H. entspringen einem kleinen, eingewachsenen, aus braunen, 2 bis 4 μ breiten, verflochtenen Hyphen bestehenden Stroma. Aus diesem Stroma entspringende Hyphen treten zwischen den drüsigen Schuppen der Epidermis hervor und bilden hier einen wenig ausgebreiteten, lockeren Filz, auf dem die Perithecien einzeln oder in kleinen Gruppen sitzen.

Um die Perithecien herum entsteht am Filze die *Torula*-Form, aus braunen, verzweigten, nicht zerfallenden Ketten von rundlichen, 10 bis 12 μ breiten Zellen bestehend, die gegen die Enden allmählich kleiner werden. Die Perithecien sind schwarz, rundlich, etwas flachgedrückt, 240 bis 280 μ breit, 160 bis 170 μ hoch, mit flachem, rundlichem Ostiolum, oben kahl, unten mit 4 bis 5 μ breiten, wolligen, verbogenen, dunkelbraunen, stumpfen Haaren bedeckt, die allmählich in den basalen Hyphenfilz übergehen.

Die Perithecienmembran ist unten etwa 20 μ, oben 30 μ dick und besteht aus vielen Lagen von rundlich-polyedrischen, 4 bis 5 μ breiten, braunen Zellen. Paraphysen sehr zahlreich, dünnfädig, verschleimend und die dickkeuligen, derbwandigen, oben abgerundeten, unten kurzstielig verschmälerten, achtsporigen, 60 bis 72 × 20 μ großen Asci überragend. Die Sporen sind hyalin, im Alter gelblich, zweizellig, eispindelig, an den Enden stumpflich, 20 bis 24 × 8 bis 9 μ. Die obere Zelle meist etwas länger und breiter als die untere. An der Querwand keine oder nur eine schwache Einschnürung. Im Ascus liegen die Sporen schief einreihig bis zweireihig.

Man sieht, daß die Perithecien generisch ganz so wie bei *Coleroa Straussi* (Sacc.) v. H. gebaut sind. Alle *Coleroa*-Arten müssen nun aber *Antennularia* genannt werden. Wahrscheinlich bilden alle unter Umständen eine *Torula*-Form aus.

433. Über Acanthothecium mirabile Speg.

Die Untersuchung des Originalexemplares dieses Pilzes (Syll. fung., X, p. 442) aus dem Herbar Puiggari (Iponanga, Septemb. 1883, leg. Puiggari) ergab folgenden Bau desselben.

Der Pilz sitzt gleichmäßig zerstreut blattoberseits. Er besitzt ein ganz oberflächliches, unregelmäßig rundliches, umbra- oder chokoladebraunes, mattes, 1 bis 2 *mm* breites Hypostroma, das in der Mitte zirka 120 μ dick, opak und kleinzellig plektenchymatisch ist und gegen den Rand ganz dünn wird, daselbst unregelmäßig radialfaserig ist und aus etwas verbogenen, septierten, stumpfen, dunkelbraunen, 3 bis 5 μ breiten Hyphen besteht. Das Stroma ist oben glatt und meist kahl.

Auf demselben sitzen nun mehr minder rasig gehäuft zweierlei Fruktifikationsorgane. Zunächst im mittleren Teil einige Fruchtkörper vom Bau einer Excipulacee; es ist dies die von Spegazzini als *Acanthothecium* beschriebene Form. Ringsherum sitzen auf dem Stroma eine Anzahl von meist klein und sklerotienartig bleibenden Perithecien, die ich jedoch auch ganz reif antraf und als zur Gattung *Acanthostigma* gehörig erkannte.

Die reifen Perithecien dieser *Acanthostigma mirabile* v. H. sitzen ganz oberflächlich am Stroma und zeigen manchmal einen ganz kurzen, dicken Stiel. Sie sind unregelmäßig eikugelig, etwa 400 μ hoch und 340 μ breit, kohlig-ledrig kleinwarzig-höckerig-rauh. Die oben bis 80 μ, unten etwa 65 μ dicke Wandung besteht aus vielen Lagen von etwa 6 bis 12 μ großen, wenig zusammengepreßten Zellen, welche in zwei Schichten, einer äußeren dunkelbraunen, 40 bis 45 μ dicken und einer inneren hyalinen, 20 bis 40 μ dicken zerfallen.

Außen zeigt die Perithecienmembran zahlreiche opakschwarze, solide, kugelige oder eiförmige, bis etwa 14 μ breite

Vorsprünge, zwischen welchen bald spärlich, bald reichlicher steife, braune, septierte, stumpfe, dünnere (4 bis 5 μ) oder dickere (8 bis 10 μ) bis 100 μ lange Borsten sitzen. Ein Ostiolum war nicht nachzuweisen, doch zeigen rauhe und beborstete Perithecien häufig kein typisches Ostiolum. Paraphysen fehlen völlig. Die Asci sind zartwandig, keulig-spindelig, oben etwas verschmälert, unten mäßig lang knopfig gestielt, 150 bis 170 ≈ 12 bis 15 μ. Die acht parallel im Ascus liegenden hyalinen Sporen sind zylindrisch, nach den beiden stumpflichen Enden verschmälert, 75 bis 90 ≈ 3·5 bis 4·5 μ groß, mit 7 bis 9 Querwänden.

Die Excipulee ist schalenförmig, schwarz, opak, derbwandig, etwa 400 bis 500 μ breit, kurz und dick gestielt. Die Wandung löst sich gegen den Rand in viele Lagen von durchscheinend braunen, steifen, stumpfen, glatten, septierten, kürzeren oder bis 260 μ langen, parallelen, 3 bis 4 μ dicken Borsten auf, zwischen welchen am Rande bald zu wenigen, bald reichlicher aus vielen verwachsenen Hyphen bestehende, zusammengesetzte, spitz zulaufende Borsten auftreten, die bis 1200 μ lang und an der Basis 50 bis 120 μ breit werden; doch kommen neben diesen großen, schwarz-opaken Borsten auch kleinere, zusammengesetzte vor (250 ≈ 15 μ), sowie alle Übergänge. Der Rand der Excipulee ist zusammengezogen und stehen daher die Borsten ziemlich parallel aufrecht. Die Sporenträger kleiden den Boden der Schale dicht aus, sind subhyalin, septiert, bis 80 ≈ 2 bis 3 μ groß, mit abwechselnden Seitenzweigen versehen und an der Spitze meist einwärts gebogen. Etwa 40 μ unterhalb dieser gekrümmten Spitze entsteht ein ganz kurzer Fortsatz, der sich in zwei Äste teilt, die sich stark verlängern und parallel mit dem Sporenträger stehen. Das obere, etwa 60 bis 100 μ lange Ende des Sporenträgers fällt nun samt dem parallelen Zweig ab und stellt die Spore dar. Diese besteht daher aus zwei an einem Ende bogig oder knieförmig gekrümmten, mehrfach septierten, subhyalinen, bis 100 μ langen, 3 bis 4 μ dicken Fäden, die H- oder X-förmig miteinander durch eine ganz kurze Brücke verbunden sind. Die Verbindungsbrücke ist nie in der Mitte der Fäden und sind daher die Sporen schief verzogen.

Der Pilz gehört zu den *Excipulaceae Staurosporae* und ist sicher die Nebenfruchtform der *Acanthostigma mirabile* v. H.

434. Über Venturia euchaeta Penz. et Sacc.

Wie das Originalexemplar zeigt, stehen die Perithecien dieses in Icon. fung. javanic., 1904, p. 14, Taf. 11, Fig. 1, beschriebenen Pilzes ganz oberflächlich; sie sitzen stets herdenweise auf einem sehr zarten, weißlichen, aus 1 bis 2 μ breiten Hyphen bestehenden Subiculum. Paraphysen sind nur spärlich vorhanden. Das kleine, schwer sichtbare Ostiolum ist ganz typisch gebaut und zeigt deutliche Periphysen. Die schwarzen Perithecien haben eine kastanienbraune, dünne Membran, die aus 2 μ breiten, gewunden-polygonalen Zellen besteht.

Der Pilz kann in keiner Weise als *Venturia* aufgefaßt werden, weder im Sinne Saccardo's noch im Sinne Winter's (siehe diese Fragmente, 1907, III. Mitt., Nr. 115), es ist eine ganz typische *Eriosphaeria*, die *E. euchaeta* (P. et S.) v. H. genannt werden muß.

In den Tropen treten viele Gattungen auf Blättern auf, die in Europa als Holz- und Rindenbewohner bekannt sind.

435. Eriosphaeria ambigua v. H.

Perithecien oberflächlich, kugelig, später stark einsinkend, schwarz, fleischig-ledrig, 300 μ breit, sehr locker mit opakschwarzen, etwa 210 μ langen, steifen, stumpflichen oder spitzen, oben durchscheinenden und 5 μ, unten 8 μ breiten Borsten besetzt, vereinzelt in lockeren, schwarzen, länglichen, kleinen Rasen von steifen, aufrechten, opaken, 260 bis 350 μ langen, unten 9, oben 5 bis 6 μ breiten, daselbst violettbraun durchscheinenden und septierten Conidienträgern sitzend, die wahrscheinlich an der Spitze je eine durchscheinend violettbraune, zweizellige, elliptische, oben spitze, unten quer abgeschnittene, 20 bis 24 = 8·5 bis 9·5 μ große Conidie tragen. Untere Zelle der Conidien 5 μ, obere 15 bis 20 μ lang. Conidienträger an der Basis lappig-scheibig verbreitert.

Perithecienmembran aus bis 15 bis 20 μ großen, polygonalen Zellen bestehend, deren Wände blaß und kleinzackig-

wellig sind; Zellen reich an körnigem, dunkelviolettbraunem Inhalt. Ostiolum rundlich, flach, ziemlich groß. Asci zahlreich, spindelig-keulig, oben spitz, sitzend, mit sehr zarter, bald aufgelöster Wandung, 85 bis 90 ≃ 20 μ, achtsporig. Dazwischen viele spindelig-zylindrische, spitze, 50 ≃ 6 bis 7 μ große, unentwickelte Asci, welche Paraphysen vortäuschen. Sporen hyalin, gerade oder kaum gekrümmt, länglich-spindelig, derbwandig, an der in der Mitte stehenden Querwand nicht eingeschnürt, an den Enden verschmälert, spitzlich oder stumpflich, derbwandig, sehr fein spitzkörnig rauh, 29 bis 32 ≃ 8 bis 10 μ, im Ascus zweireihig liegend.

Spärlich an Blattscheiden von *Amomum* sp. im Walde von Tjibodas, Java, 1908.

Alle gefärbten Teile des Pilzes sind mehr minder dunkelviolettrotbraun. Die Borsten, zwischen welchen die Perithecien zerstreut sitzen, gehören sicher zum Ascuspilz, da die auf den Perithecien stehenden Borsten von den freien kaum zu unterscheiden sind. Ob die beschriebenen Conidien an der Spitze der Rasenborsten entstehen, konnte ich an dem spärlichen Material nicht sicherstellen. Der Pilz hat sein Mycel in der zarten Epidermis der Nährpflanze, in der auch die Borsten entspringen. Er ist also strenge genommen nicht ganz oberflächlich. Derselbe ist keine ganz typische *Eriosphaeria*, er nähert sich ein wenig den Hypocreaceen.

Der nächst verwandte Pilz ist zweifellos *Eriosphaeria calospora* Speg. (Sacc., Syll., IX, p. 698). Es ist sicher, daß der von Rick in Fungi austro-americani, Nr. 73, unter diesem Namen ausgegebene Pilz die Art Spegazzini's ist. Dieses Exemplar zeigt nun, daß Spegazzini's Beschreibung nicht ganz richtig ist. Nach dieser sollen die Perithecien ganz oberflächlich, die Perithecienmembran soll olivenfärbig und die Sporen sollen querrunzelig sein. Rick's Exemplar zeigt jedoch, daß die einzeln oder zu zwei bis drei verbundenen Perithecien unter der Epidermis entstehen und hervorbrechen. Die Perithecienmembran ist rein braun und besteht aus 4 bis 8 μ breiten, polygonalen Zellen. Die 24 bis 29 ≃ 8 bis 9 μ großen Sporen sind ziemlich grobkörnig rauh und an der Querwand deutlich eingeschnürt.

Der Pilz muß daher als eine echte *Venturia* betrachtet werden und *Venturia calospora* (Speg.) v. H. genannt werden. Es zeigt sich hier genau dieselbe Erscheinung wie bei *Anthostomella (Astrocystis) mirabilis* (B. et Br.) v. H. und *Leptosphaeria (Astrosphaeria) Trochus* (P. et S.) v. H., daß nämlich die sich unter der Epidermis am Bambusrohr entwickelnden Perithecien schließlich ganz hervorbrechen und scheinbar oberflächlich werden. Das über den Perithecien befindliche Epidermisstück wird entweder ganz abgeworfen oder begrenzt in Form von Lappen die Perithecien.

Starbäck (Bihang till k. Sv. Vet.-Akad. Handl., 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 47) hat 1899 eine Var. *infossa* der *Eriosphaeria calospora* Speg. beschrieben, im Vertrauen auf die Richtigkeit von Spegazzini's Angaben. Nach dem obigen fällt diese Varietät mit der Art völlig zusammen.

436. Über Acanthostigma nectrioideum Penz. et Sacc.

In der Beschreibung dieser Art (Icon. fung. javanic., 1904, p. 18, Taf. 13, Fig. 4) wird angegeben, daß Paraphysen fehlen. Es sind aber zahlreiche, 1 μ breite, fädige, oben kurz verzweigte und verschmolzene Paraphysen vorhanden. Die zirka 200 μ großen, kugeligen Perithecien sitzen zu mehreren, fast kleinrasig auf einem aus blaßbräunlichen, fast häutig verbundenen, bis 4 μ breiten Hyphen bestehenden, oberflächlichen Subiculum. Die Perithecien zeigen oben eine hellere, kreisrunde, etwa 55 μ breite Stelle, in welcher sich das sehr kleine Ostiolum befindet. Die braunen, meist einzelligen, spitzen, 60 bis 90 μ langen, unten 5 bis 8 μ dicken, an der dunkleren Basis scheibig, manchmal kurzlappig verbreiterten Borsten befinden sich nur am oberen Teile des Peritheciums, namentlich am Rande der Mündungsscheibe oder wenig davon entfernt. Die Peritheciummembran ist weichhäutig und besteht aus blassen, polygonalen, meist 8 bis 10 μ breiten Zellen, die locker mit einer bräunlichen, körnigen Substanz erfüllt sind, durch welche die Membranstruktur undeutlich wird. An älteren, entleerten Perithecien erscheint jedoch die Wandung aus braunen, polygonalen Zellen zusammengesetzt.

Vergleicht man den Pilz mit *Acanthostigma minutum* (Fuckel), ich benutzte hierzu das Exemplar in Rehm, Ascomyc., Nr. 1568, sowie am Sonntagsberg in Niederösterreich gesammelte Stücke, so erkennt man, daß, abgesehen davon, daß die Perithecien der javanischen Form etwas größer sind, beide Arten identisch sind.

Ich kann dem *A. nectrioideum* P. et S. nicht einmal den Wert einer Varietät des *A. minutum* Fuck. zuerkennen.

Soweit mir die Gattung *Acanthostigma* bekannt ist, zerfallen die Arten derselben in zwei Reihen:

1. *Acanthostigma* sens. strict. Perithecien brüchig, kohlig. Borsten überall vorhanden.

   Hierher scheinen die meisten Arten zu gehören.

2. *Acanthostigmina* v. H. Perithecien weich, braunzellighäutig. Borsten nur oben, vornehmlich um die Mündungsscheibe angeordnet.

   Hierher würde vorläufig nur *A. minutum* (Fuck.) gehören.

Acanthostigmina v. H. nähert sich sehr der von mir aufgestellten Gattung *Acanthostigmella* (Ann. mycol., 1905, III. Bd., p. 327), diese hat aber die Borsten in einem Kranze um die Mündung stehend und wenig septierte, nicht hyaline Sporen.

437. Valetoniella n. G. (Trichosphaeriaceae).

Perithecien oberflächlich, braunhäutig, mit Ostiolum, ringsum mit an der Spitze verzweigten Borsten besetzt. Paraphysen fehlend oder undeutlich. Asci achtsporig, Sporen länglich, hyalin, schließlich zweizellig.

Diese nach Herrn Theodoric Valeton, Direktor des Herbariums in Buitenzorg, benannte neue Gattung unterscheidet sich von der nächstverwandten Gattung *Eriosphaeria* in sehr auffälliger Weise durch die an der Spitze regelmäßig sparrig verzweigten Borsten. Eine äußerlich ähnliche Gattung ist *Neorehmia* v. H. (in diesen Fragmenten, 1902, I. Mitt., Nr. 1); dieselbe hat ebenfalls meist verzweigte Haare, aber andere Sporen. Sie dürfte besser bei den Trichosphaeriaceen als bei

den Perisporiaceen untergebracht werden, da die beborsteten Perithecien der ersteren häufig ein schlecht entwickeltes Ostiolum besitzen.

Valetoniella crucipila n. sp.

Perithecien herdenweise, oberflächlich, schwarz, fast kugelig, 180 bis 220 μ breit und wenig höher, oben wenig abgeflacht und daselbst einen derberhäutigen, dunkleren, 50 bis 70 μ breiten und 30 bis 35 μ hohen, gut abgesetzten Mündungskegel zeigend, der das 8 bis 10 μ breite rundliche Ostiolum trägt.

Peritheciummembran dunkelbraunhäutig, aus dünnwandigen, polygonalen, deutlichen, 12 bis 16 μ breiten Zellen bestehend, ringsum mit etwa 15 bis 20 steifen, derbwandigen, einzelligen, 44 bis 70 μ langen, 6 bis 8 μ breiten, durchscheinend dunkelbraunen Borsten besetzt, die an der Basis 13 bis 16 μ breit kegelig erweitert sind und an der Spitze meist vier etwa 8 μ lange, dicke, sparrig abgebogene Zweige, die meist mit zwei zurückgebogenen spitzen Zähnen endigen, tragen. An der Basis der Perithecien spärlich braune, verbogene, septierte, 3 bis 5 μ breite Hyphen.

Paraphysen undeutlich oder fehlend. Asci keulig, oben stumpflich, unten spitz, sehr zarthäutig, achtsporig, 30 bis 36 ≍ 7 bis 9 μ. Sporen schief zweireihig, hyalin, länglich-elliptisch, mit undeutlich vierteiligem Plasma, schließlich meist deutlich zweizellig, zartwandig, an der Querwand nicht eingeschnürt, meist 8 bis 9 ≍ 3 μ, selten bis 13·5 ≍ 4 μ. Sporenmembran oft mit drei bis vier sehr zarten hyalinen Längsstreifen versehen.

Auf der Rinde von *Albizzia moluccana* (?) in Gesellschaft von drei *Nectria*-Arten im botanischen Garten von Buitenzorg, Java, 1907.

Eine durch die zierlich verzweigten Borsten sehr charakteristische Form, zu der eine näher verwandte fehlt.

Die feine Längsstreifung der Sporen ist oft sehr deutlich, meist jedoch kaum wahrzunehmen. Viele Sporen bleiben einzellig. Die Schlauchmembran ist äußerst zart und zur Reifezeit meist kaum sichtbar.

438. Didymosphaeria scabrispora n. sp.

Perithecien zerstreut, 140 μ tief zwischen Sklerenchymfasern eingesenkt, Gewebe darüber geschwärzt, flachgepreßt, länglich, die größeren 1·6 bis 1·9 = 0·7 bis 1·3 = 0·25 *mm* groß; Ostiolum flach, länglich, nicht vortretend. Peritheciemembran fleischig-häutig, wenig entwickelt, bräunlich, aus gestreckten Zellen bestehend, fast faserig. Paraphysen sehr zahlreich, 1 μ breit, oben netzig verzweigt und verbunden, in Schleim eingebettet. Asci zylindrisch, unten kurzstielig verschmälert, oben abgerundet und etwas verdickt, zartwandig, bis achtsporig, 175 bis 200 = 9 bis 9·5 μ. Sporen einreihig, sich etwas deckend, länglich, gegen die stumpflichen Enden etwas verschmälert, an der Querwand nicht oder wenig eingeschnürt, meist gerade, anfänglich hyalin mit vier Öltropfen, später umbrabraun, 26 bis 30 = 7 bis 8 μ. Sporenmembran zweischichtig, innere Schichte umbrabraun, 1 μ dick, äußere 2 μ dick mit eingelagerten braunen, stumpfen Stäbchen, daher die Sporen feinnetzig-kurzstachelig erscheinen. Jod färbt den Ascusporus nicht.

An dünnem Bambusrohr im botanischen Garten von Buitenzorg, Java.

Der Pilz muß trotz der ringsum zarten, stellenweise anscheinend fehlenden Peritheciemembran als typische *Didymosphaeria* betrachtet werden. Bemerkenswert ist, daß sich die Perithecien mitten im festen und zähen Sklerenchymfasergewebe tief unter der Epidermis entwickeln. Damit hängt jedenfalls die schwache Ausbildung der Peritheciemembran zusammen. Jene Pyrenomyceten, die auf Bambusrohr direkt unter der Epidermis eingewachsen sind, haben derbe Perithecien und sprengen das darüberliegende Epidermisstück meist in Form von Lappen weg und werden so scheinbar oberflächlich, was bei dem vorliegenden Pilze nicht der Fall ist. Hier entsteht in der über den Perithecien geschwärzten Epidermis nur ein kurzer, schmaler Längsriß, durch welchen die Sporen austreten.

Ich bin nun auch der Meinung, daß das von mir als Ostropeengattung aufgestellte Genus *Didymascina* (Ann. myc., 1905,

III. Bd., p. 331) doch nichts anderes als *Didymosphaeria* mit schlecht entwickelter Peritheciummembran ist, denn der Bau des Nucleus der beiden *Didymascina*-Arten stimmt völlig mit dem der typischen *Didymosphaeria*-Arten überein. *Didymascina* könnte daher höchstens als Sektion von *Didymosphaeria* gelten.

Die beschriebene Art ist durch ihre scheinbar fein netzig-stacheligen Sporen sehr ausgezeichnet. Indessen sind die Sporen eigentlich glatt und rührt die Skulptur von der Stäbchenstruktur der äußeren hyalinen Membranschichte her.

Es waren meines Wissens bisher nur drei *Didymosphaeria*-Arten bekannt, deren Sporenmembran eine Struktur zeigt. Es sind dies *D. Rhois* Feltg. (siehe diese Sitzungsber., 1906, p. 1203) mit feinwarzig punktierten Sporen, *D. striatula* P. et S. mit gestreiften Sporen und *D. rhytidosperma* Speg. mit der Länge nach runzelig-gestreiften Sporen. Es ist bemerkenswert, daß drei dieser Arten auf Bambusrohr vorkommen. *Didymosphaeria rhytidosperma* Speg. steht, wie aus dem Vergleich der Beschreibungen hervorgeht, der *D. scabrispora* in jeder Beziehung sehr nahe und ist fast nur durch die Asci und Sporen davon verschieden.

Auch diese Art hat fleischige, weiche Perithecien und nähert sich hierdurch den Nectriaceen, wie schon Spegazzini bemerkt. Infolge der starken Abplattung der Perithecien wird auch der Schlauchboden eben und erinnern diese Pilze daher an Discomyceten (Ostropeen). Es sind aber gewiß nur eigentümliche *Didymosphaeria*-Arten.

439. Über Leptosphaeria (Pocosphaeria) Zahlbruckneri Strasser.

Der in Verhandl. der k. k. zool.-bot. Ges. Wien, 1907, p. 315, beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar eine *Acanthostigmella* v. H. (Ann. myc., 1905, III. Bd., p. 327), welche der *A. orthoseta* v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 380) nahesteht.

Die Perithecien sind etwa 100 bis 120 μ groß, oberflächlich oder mit dem unteren Teile eingesenkt, häutig. Die Perithecienmembran ist dünn und besteht aus 3 bis 8 μ großen

polygonalen Zellen. Rings um die Mündung wird dieselbe plötzlich derber, schwarz, opak. Im unteren Teile sitzen meist einige violettbraune, bandartige, septierte, bis 160 × 6 bis 12 μ große Haare, welche dem Substrat anliegen, während an dem schwarzen Mündungsring öfter, aber nicht immer, eine bis wenige schwarze, steife, einzellige spitze Borsten, die bis 50 × 5 μ groß werden. Paraphysen fehlen vollkommen. Die spindelig-keuligen, etwa 40 × 8 μ großen Asci sind oben derbwandig, zwei- bis dreireihig achtsporig. Die spindelförmigen, bis etwa 18 × 3·5 μ großen Sporen haben eine blaß graulich-olivengrüne Färbung und bleiben lange einzellig; viele werden vierzellig, wobei die zweite Zelle etwas dicker ist. Doch findet man auch bis undeutlich siebenzellige Sporen.

Zu dem Pilze gehört eine überreife *Chalara*, die man hie und da zwischen den Perithecien findet. Sie sieht ganz so aus wie die großen Haare an den Perithecien. Schon der völlige Mangel an Paraphysen zeigt, daß es sich nicht um eine *Leptosphaeria* handelt.

Vergleicht man diese *Acanthostigmella Zahlbruckneri* (Str.) v. H. mit der *A. orthoseta* v. H., so glaubt man zunächst zwei völlig verschiedene Pilze vor sich zu haben, allein das nähere Studium zeigt, daß sich beide Arten sehr nahe stehen, ja vielleicht nur, allerdings sehr verschiedene, Formen derselben Art darstellen. Es ist möglich, daß die eine nur eine fast borstenlose depauperierte Form der anderen ist.

440. Massaria bihyalina n. sp.

Perithecien im Holze oder der Rinde eingesenkt, zerstreut, oft in Reihen, seltener zu zwei oder drei einander genähert und verschmelzend, niedergedrückt kugelig, bis etwa 800 μ breit, 470 bis 520 μ hoch, mit einem etwa 350 μ dicken, 400 μ bis fast 2 *mm* langen, bald nur warzenförmig, bald weit vorragendem Schnabel, der oben ein 120 μ breites, rundes Ostiolum hat.

Perithecienmembran schwarz, derblederig, opak, bis 40 μ dick. Schnabel anfänglich oben außen mit einem gelblich-grünlichen, aus 120 × 2 bis 3 μ großen, einzelligen, zartwandigen

Wollhaaren bestehenden Samt bedeckt, daher grünlich bestäubt, später schwarz und kahl, an dem freien Teile unten oft mit schwarzbraunen, steifen, oben stumpfen und blassen, septierten, 120 ≈ 5 bis 6 μ großen Borsten besetzt. Paraphysen sehr zahlreich, die Asci überragend, etwas schleimig, mit kleinen Öltröpfchen, 2 bis $2^1/_2$ μ dick. Asci dünnwandig, keulig, unten in einen 36 bis 44 ≈ 3 bis 6 μ großen Stiel rasch verschmälert, oben abgerundet, 170 bis 200 ≈ 16 bis 21 μ, meist achtsporig. Sporen ein- bis zweireihig, elliptisch-spindelförmig, in der Mitte am breitesten, gleichhälftig, meist sechszellig, dickwandig, 32 bis 44 ≈ 11 bis 12 μ; Endzellen halbkugelig bis stumpfkegelig, hyalin, dünnwandig, 3 bis 4 μ lang; die vier mittleren Zellen dickwandig braun, mit öligem Inhalt; die zwei inneren 9 bis 10 μ, die angrenzenden 5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt.

An dickeren morschen Ästen von *Berberis vulgaris*, bei Ybbsitz in Niederösterreich, leg. P. Lambert, Juni 1909.

Eine sehr schöne, gute Art, die von allen *Massaria*-Arten völlig verschieden ist. Insbesondere von *M. Berberidis* Oud. und *M. berberidicola* Otth ganz verschieden.

Massaria marginata Fuckel var. n. *aquilana* D. Sacc. ist nach dem Originalexemplar in Mycoth. italica, No. 1486, völlig gleich *M. berberidicola* Otth.

441. Catharinia tetraspora n. sp.

Perithecien kohlig-brüchig, derbwandig, aus dem kugeligen bauchig-konisch, kahl, glatt, etwa 300 μ breit, unter der Epidermis eingewachsen, schließlich hervorbrechend-oberflächlich, herdenweise. Paraphysen sehr zahlreich, fadenförmig, verzweigt, 1 μ breit, stark verschleimend. Asci dünnwandig, keulig, oben abgerundet, unten allmählich in einen mäßig langen, dicken Stiel verschmälert, meist viersporig, 80 bis 120 ≈ 14 bis 17 μ. Sporen meist einreihig, selten zweireihig und dann die Asci kürzer und breiter, hyalin, mit drei bis sechs, meist fünf Querwänden und einer unterbrochenen Längswand, an den Enden abgerundet, an den Querwänden nicht eingeschnürt, länglich bis fast spindelförmig, 21 bis 32 ≈ 7 bis 12, meist 24 bis 28 ≈ 10 bis 12 μ, zartwandig.

An morschem Bambusrohr im botanischen Garten von Buitenzorg, Java, 1908.

Da der Pilz schließlich ganz hervorbricht und kohlig ist, macht er den Eindruck einer *Teichosporella*. Er ist schon durch die drei- bis viersporigen Asci von den bekannten Arten der Gattungen *Catharinia*, *Teichosporella* und *Peltosphaeria* verschieden.

442. Über Enchnoa chaetomioides Penz. et Sacc.

Von diesem in Icon. fung. javanic., 1904, p. 4, Taf. II, Fig. 3, beschriebenen Pilze untersuchte ich das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum. Eine interessante Form, deren Stellung völlig verkannt wurde. Ein Längsschnitt durch die Rinde zeigt ein weit ausgebreitetes, 12 bis 50 μ dickes, dunkelrotbraunes, kleinzelliges Hypostroma, das parallel mit der Oberfläche im Inneren der Rinde im Parenchym verläuft und eine Art Saumlinie darstellt. Unter derselben und von ihr oben begrenzt, liegen zerstreut flache oder kegelförmige, etwa 200 μ breite und 90 μ hohe pycnidenartige Höhlungen ohne deutliche eigene Wandung, die an dicht stehenden, dünnen, einfachen Sporenträgern, welche ringsum auftreten, hyaline, gerade, mit drei bis vier Öltröpfchen versehene, länglich-stäbchenförmige, 6 bis 8 = 1·5 bis 2 μ große Spermatien bilden, mit welchen fadenförmige, an einem Ende bogig-hakig gekrümmte, bis 28 = 1 μ große Conidien untermischt sind. Diese melanconieenartigen Behälter entsprechen dem Baue nach ganz der Formgattung *Pleurodomus* Preuss = *Phomopsis* Sacc. = *Myxolibertella* v. H., welche bisher nur als Nebenfruchtform von *Diaporthe* gefunden wurden.

Auf der Stromasaumlinie entwickelt sich eine etwa 450 μ dicke, schwammig-lockere Filzschichte, die aus violettbraunen, dichotomisch-sparrig-netzig verzweigten, septierten, 3 bis 5 μ dicken Hyphen besteht. In dieser lockeren Filzschichte sind die kugeligen, 300 bis 350 μ breiten Perithecien gleichmäßig zerstreut, der Stromasaumlinie aufsitzend, eingelagert. Die Perithecienmembran ist fleischig-lederig und besteht aus zwei Schichten; die äußere Schichte ist etwa 25 μ dick und besteht aus zahlreichen Lagen von zusammengepreßten, polygonalen,

mäßig dünnwandigen, 8 bis 12 μ breiten, dunkelbraunen Zellen. Die innere Schichte ist hyalin, dünner und besteht aus etwas verschleimenden Zellen. Ein Ostiolum fehlt völlig; bei der Reife kontrahiert sich die innere hyaline Schichte der Perithecienmembran plötzlich, preßt den Nucleus hinaus, das Perithecium reißt oben unregelmäßig auf und entläßt den Nucleus in Form eines Ballens. Man sieht dann aus dem Perithecium einen kegelförmigen, 220 μ langen, 90 μ breiten, oben offenen und daselbst die Periphysen tragenden Körper herausragen, der aus quergestreckten, hyalinen, etwas verquollenen Zellen besteht. Dieser Kegel ist nichts anderes als die kontrahierte Innenschichte der Perithecienmembran. Der Pilz ist daher eine Coronophoree. Damit stimmt der Bau des Nucleus völlig überein. Dieser besteht aus einer halbkugeligen, sehr klein- und zartzelligen, radiär gebauten Gewebsmasse, die der Basis der Perithecien aufsitzt und ringsum mit den zahlreichen radiär angeordneten Asci besetzt ist. Die Asci sind achtsporig, zartwandig, unregelmäßig keulig, unten spitz oder zugespitzt. Die hyalinen, mit Öltröpfchen versehenen Sporen sind halbmondförmig gebogen, in der Mitte am dicksten, etwa 6×2 μ. Paraphysen fehlen völlig. Die entleerten Perithecien sind schalenförmig offen. Da die bisher bekannten Coronophoreen vielsporige Asci haben (siehe diese Fragmente, 1906, II. Mitt., Nr. 74, 1907; IV. Mitt., Nr. 162), so stellt die obige Form eine neue Gattung dar, die ich *Coronophorella* nenne.

Dementsprechend muß auch die Charakteristik der Familie der Coronophoreen emendiert werden.

Coronophoreen Char. emend. v. H.

Perithecien lederartig-fleischig, ohne Ostiolum; Asci dünnwandig, kurz- oder langgestielt, ohne Paraphysen, acht- bis vielsporig. Sporen hyalin, allantoid oder halbmondförmig, mit Öltropfen oder oft vierteiligem Plasma, schließlich oft zweiteilig. Perithecien zerstreut oder valsoid gehäuft, eingewachsen, ohne Stroma oder mit dünnem Basalstroma, kahl oder filzig, bei der Reife oben unregelmäßig aufreißend und dann schalenförmig offen. Nebenfruchtform (wo bekannt) plenodomusartig.

Die bisher dunkle Verwandtschaft der Coronophoreen wird durch *Coronophorella chaetomioides* etwas aufgehellt. Es scheint nun, daß sie sich den Diaportheen anschließen und etwa am besten zwischen diesen und den Valseen eingeordnet werden.

I. *Coronophorella* n. g. Asci achtsporig. Nucleus herausgeschleudert.

II. *Cryptosphaerella* Sacc. Asci vielsporig. Nucleus herausgeschleudert.

III. *Coronophora* Fuck. Asci vielsporig. Nucleus nicht ausgestoßen.

Coronophorella n. g.

Perithecien zerstreut eingewachsen, in einem Hyphenfilz eingebettet, einem dünnen Basalstroma aufsitzend, fleischledrig, ohne Ostiolum. Nucleus als Ganzes ausgestoßen. Paraphysen fehlen. Asci kurz gestielt oder sitzend, achtsporig. Sporen hyalin, halbmondförmig, mit mehreren Öltröpfchen. Plenodomusartige Nebenfruchtform.

Coronophorella chaetomioides (Penz. et Sacc.) v. H.

Syn.: *Enchnoa chaetomioides* P. et S., l. c.

Die Gattung *Enchnoa* Fries wird in den Florenwerken (Winter, Schröter, Ellis und Everhardt) zu den Massarieen gestellt. Sie gehört aber zu den Calosphaerieen. *Enchnoa Friesii* Fuckel, 1869 = *Sphaeria floccosa* Fries, 1823 = *Sphaeria abnormis* Fries, 1817, ist eine typische *Calosphaeria*, die *C. abnormis* (Fries) v. H. heißen muß. Schon Winter (Pyrenomyceten, p. 538) hat die Ansicht geäußert, daß diese Art eine *Calosphaeria* ist. Dieselbe hat langgestielte Asci und zahlreiche lange Paraphysen, die nirgends erwähnt werden, insbesondere auch nicht in der ausführlichen Beschreibung von Starbäck (Bihang. sv. vet. Akad. hand., 1894, 19. Bd., Afd. III, No. 2, p. 8). *Enchnoa mucida* Starb., l. c., p. 11, hat nach dem Autor keine Paraphysen und muß daher eine Valsee sein.

Berlese (Icon. fung., III, p. 6) hat die Gattung *Calosphaeria* je nach der Form und Anordnung der Perithecien in

die vier Gattungen *Jattaea, Wegelina, Togninia* und *Calosphaeria* geteilt.

Diesen vier Gattungen kommt nur eine geringe Bedeutung zu. Richtiger wäre es gewesen, eine Zerteilung von *Calosphaeria* nach dem Baue des Nucleus vorzunehmen, der mehrere Typen erkennen läßt.

Überdies ist *Jattaea* von *Enchnoa* und *Massalongiella* kaum generisch verschieden. Auf die Behaarung der Perithecien ist in dieser Gruppe wenig Gewicht zu legen, da hier offenbar ganz nahe miteinander verwandte Formen behaart, filzig oder kahl sind.

Enchnoa ist einfach eine Calosphaeriee mit einzelstehenden, in einem Hyphenfilz eingebetteten Perithecien mit ganz flachem Ostiolum.

443. Über Rhytisma Pterygotae Berk. et Br.

Der in Journ. of Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 131, beschriebene Pilz zeigt nach dem Originalexemplar aus Kew auf der Blattoberseite stehende rundliche, dünne, umbrabraunschwarze, meist 2 bis 4 *mm*, selten bis 10 *mm* breite Stromata, die oft zusammenfließend in dichten Herden das Blatt bedecken. Derselbe besteht aus einem fast kreisrunden, aus einer Lage von Hyphen zusammengesetzten Subiculum, das sich in der Außenwand der Epidermiszellen unter der Cuticula entwickelt, 10 bis 12 μ dick wird und aus nach allen Richtungen strahlig angeordneten, bis über 80 μ breiten Bändern besteht, die nach außen hin fächerförmig-lappig, fast korallenartig verzweigt sind. Diese Bänder bestehen aus parallelen, verwachsenen, seitlich flachgedrückten, von oben gesehen 3 bis 4 μ breiten, gelbbraunen Hyphen, zeigen seitliche, kurze, meist dunkler gefärbte, lappige Fortsätze und teilen sich, nach außen schmäler werdend, verschiedenartig; die Enden der Seitenlappen sind meist etwas verbreitert, stumpf und dunkler; hier werden die Hyphen dicker, schwarzbraun und derber und findet an vielen Stellen der Durchbruch durch die Cuticula zur Bildung des Schlauchstromas statt. Die subcuticulären Bänder sind oft mit konzentrischen, abwechselnd heller und dunkler gelbbraun gefärbten, 5 bis 15 μ breiten Querzonen versehen.

Die Randzone des Subiculums bleibt steril, weiter innen bricht dieses an vielen Punkten durch die Cuticula nach außen und bildet hier kleine oberflächliche Stromata, die schließlich zusammenfließen. Diese Stromata haben oben eine opake, kohlige, 20 bis 40 μ dicke Decke und eine weiche, bräunliche, sehr kleinzellig-plektenchymatische Basalschichte. Die zahlreichen Loculi sind rundlich, länglich, einzelnstehend oder verschiedenartig zu verbogenen Bändern oder netzförmig zusammenfließend.

Sie öffnen sich oben je nach ihrer Form mit einem sich stark erweiternden Porus, oder mit einem Spalt.

Die Fruchtschichte besteht aus eiförmigen, sitzenden, oben derbwandigen 44 bis 55 ≃ 30 bis 35 μ großen achtsporigen Asci und deutlichen, dickfädigen Paraphysen. Die reifen Sporen sind dunkelbraun, zweizellig, eilänglich, an den Enden abgerundet, an der Querwand etwas eingeschnurt, etwa 22 bis 26 ≃ 10 bis 11 μ. Sie zerfallen manchmal in ihre Hälften.

Die Schlauchstromata sind am Rand meist etwas radiär gebaut und zeigen daselbst kurze, dunkelbraune, knorrige, 6 bis 7 μ breite, derbwandige, radiale Hyphenenden.

Man sieht, daß der Pilz ebenso gut als Hemihysteriacee wie als Dothideacee betrachtet werden könnte. Am nächsten verwandt erscheinen *Morenoëlla* Speg. und *Hysterostomella* Speg. Von beiden unterscheidet er sich aber durch das gut entwickelte, eigenartige subcuticuläre Subiculum. Er stellt eine neue Gattung dar, die wohl am besten als Dothideacee betrachtet wird.

Dothidasteroma n. G. **(Dothideaceae).**

Subiculum subcuticulär, aus einzellschichtigen, radiär angeordneten verzweigten Bändern, die aus parallelen Hyphen zusammengesetzt sind, bestehend. Schlauchstromata flach, oberflächlich, oben kohlig, unten weich und blaß, an vielen Stellen des Subiculums befestigt. Loculi flach, meist unregelmäßig gestaltet, verschiedenartig, oft netzförmig verschmelzend, mit Porus oder Spalt sich öffnend. Asci eiförmig-keulig, achtsporig, sitzend. Paraphysen fädig. Sporen braun, zweizellig.

Einzige Art:

Dothidasteroma Pterygotae. (B. et Br.) v. H.

Syn.: *Rhytisma Pterygotae* B. et Br. F. of Ceylon 1129.

444. Über Tympanopsis coelosphaerioides Penz. et Sacc. und die Gattung Auerswaldia Sacc.

Von diesem in Icon. Fung. javanic., 1904, p. 9, Taf. VI, Fig. 3, beschriebenen und abgebildeten Pilze untersuchte ich das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum.

Der Pilz hat keine einfachen Perithecien, wie die Autoren angeben, sondern auf einem hervorbrechenden Basalstroma rasig gehäuft sitzende, oberflächliche Stromata, die wenige, rundlich-eiförmige, ganz deutlich aber wenig scharf voneinander getrennte Loculi zeigen. Es ist daher eine Dothideacee. Es ist mir gar nicht zweifelhaft, daß die von Zollinger auf Java genau ebenso auf morschen Baumrinden gefundene *Dothidea examinans* Mont. et Berk. (Sacc., Syll., II, p. 626) genau derselbe Pilz ist. Die bei dieser Art erwähnte weiße Beschleierung der Stromata ist am Penzig'schen Exemplar auch deutlich wahrzunehmen.

Saccardo hat auf *Dothidea examinans* die Gattung *Auerswaldia* gegründet, es muß diese Art als der Typus der Gattung angesehen werden. *Tympanopsis coelosphaerioides* P. et S. ist daher als Synonym von *Auerswaldia examinans* (M. et B) Sacc. zu betrachten.

Später sind aber in die Gattung *Auerswaldia* auch Arten mit ganz eingewachsenen *Phyllachora*-artigen und solche mit ganz anders gebauten Stromaten eingereiht worden. Diese Arten gehören nicht dazu und müssen in neuen Gattungen abgetrennt werden.

Daß *Auerswaldia Baccharidis* Pat. eine *Valsaria* ist, hat schon Rehm (Hedwigia 1895, 34. Bd., p. 164) angegeben. Eine durch das stark hervorbrechende, sternförmig-stumpfstachelige, blasse gallenartige Stroma, in dem neben den Perithecien noch Pycniden mit einzelligen, länglichen, kleinen Conidien vorkommen höchst auffallende Art, die sich den Hypocreaceen nähert.

Auerswaldia Miconiae P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 253) ist, wie ich schon angegeben habe, eine *Rosellinia (Tassiella)*, in diesen Fragmenten 1909, VII. Mitt., Nr. 302.

Auerswaldia Cecropiae P. Henn. (ebenda) ist nach dem Originalexemplar in E. Ule, *Mycotheca brasiliensis* Nr. 74 eine Clypeosphaeriacee. Es sind in Gruppen stehende getrennte Perithecien, welche die ganze Blattdicke einnehmen, ohne Stroma vorhanden, mit gut entwickeltem Clypeus.

Physalospora Cecropiae Rehm (Hedwigia 1901, 40. Bd., p. 112) ist offenbar derselbe Pilz mit noch hyalinen Sporen beschrieben. Reif ist der Pilz eine *Anthostomella*, die *Anth. Cecropiae* (Rehm) v. H. genannt werden muß.

Auerswaldia disciformis Winter (Hedwigia 1884, 23. Bd., p. 170) ist nach dem Originalexemplar in Rabh.-W., Fung. europ., Nr. 3063 eine typische Dothideacee, die gut zum Typus von *Auerswaldia* paßt. Die Stromata entwickeln sich in und unter der Epidermis der Blätter, schließlich zerreißt die Epidermis und begrenzt die nun freien Stromata in Form von breiten, schwarzen Lappen.

Auerswaldia rimosa Speg. (Sacc. Syll., IX, p. 1032) hat nach dem Originalexemplar in Fung. gallici, Nr. 5258 (leg. B. Balansa) ein *Phyllachora*-artiges Stroma, das sich auf den *Cocos*-Blättern in der Epidermis und der ersten darunterliegenden Zellschichte entwickelt. Schließlich reißt aber die Epidermis spaltenförmig auf und das Stroma wird in der Mitte frei. Ist keine typische *Auerswaldia* und nähert sich den Formen mit typischem *Phyllachora*-Stroma, über welchem die Epidermis erhalten bleibt.

Auerswaldia Chamaeropsis (Cooke) Sacc. hat nach dem Exemplar in Funghi parasit. Nr. 384 ein *Phyllachora*-Stroma, das sich in der Epidermis und in der ersten darunter befindlichen Parenchymzellage entwickelt und von der Epidermis bedeckt bleibt. Ist keine echte *Auerswaldia*, da sie dem Typus nicht entspricht, sondern eher eine *Phyllachora* mit gefärbten Sporen.

Auerswaldia quercicola P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 142) hat nach einem auf *Quercus glauca* aus Japan gefundenen Exemplar ein opakes Hypostroma, das sich in der Epidermis und dem mehrschichtigen Palissadengewebe entwickelt, im

mittleren Teile durch die Epidermis bricht und auf dieser ein oberflächliches Stroma entwickelt, das eine bis 80 μ dicke opake, kohlige Decke entwickelt, innen und unten weich und fleischig ist, mit Loculi, die durch dünne, weiche Scheidewände voneinander getrennt sind. Ist keine echte *Auerswaldia*, nähert sich den *Coccoideae*; ist aber auch von diesen verschieden.

Auerswaldia Arengae Rac. (Paras. Alg. u. Pilze Javas, 1900, III. Teil, p. 27) hat *Phyllachora*-Stromata, welche die ganze Blattdicke ausfüllen inklusive der beiden Epidermen, welche nicht aufreißen.

Auerswaldia palmicola Speg. (Sacc. Syll., IX, p. 1031) hat ein dünnes eingewachsenes Hypostroma, das in der Epidermis und einigen Parenchymzellschichten darunter entsteht, breit hervorbricht und ein oberflächliches Stroma mit Loculi bildet, das ganz aus kohligem offenem Parenchym besteht. Entspricht ganz genügend dem Typus der Gattung. (Nach dem Exemplare in Fung. gallici, Nr. 4067, leg. B. Balansa, Oktober 1881.) Paraphysen sind entgegen der Angabe Spegazzini's reichlich vorhanden. *Phyllachora cocoicola* P. Henn. (Hedwigia 1895, 34. Bd., p. 110) ist offenbar derselbe Pilz.

Auerswaldia puccinioides Speg. (Sacc. Syll. IX, p. 1033) hat ein kohliges, offenzelliges, dünnes Hypostroma, das sich in einigen Zellschichten unter der Epidermis entwickelt, dann breit hervorbricht und ein ebenso gebautes Stroma mit Loculi entwickelt. Paßt gut zum Typus der Gattung.

Man ersieht aus diesen Angaben, die mein Material erschöpfen, daß abgesehen von den irrtümlich bisher bei *Auerswaldia* eingereihten Arten, in dieser Gattung Formen stehen, die im Baue und in der Entwicklung der Stromata voneinander ganz verschieden sind. Die bisherige Gattung *Auerswaldia* muß daher geteilt werden.

Ich nenne im folgenden jene Stromata, welche eine dichte, opake Decke haben, innen fleischig oder bis zur Basis mehr weniger opak sind (von den Loculi abgesehen), phyllachoroide Stromata und jene, welche mehr weniger ganz aus offenzelligem kohligem Gewebe bestehen, dothideoide Stromata und bemerke gleich, daß danach alle heutigen Dothideaceen in zwei große

Reihen zerfallen, die auseinander gehalten werden müssen, was bisher nicht geschehen ist und weiterer Detailstudien bedarf.

A. Stroma dothideoid.

1. **Auerswaldia** s. strict. Hypostroma eingewachsen, hervorbrechend.

a) Rindenbewohner: *A. examinans* (Mont. et Berk.) Sacc. (Syn.: *Tympanopsis coelosphaerioides* Penz. et Sacc.).

b) Blattparasiten (Stroma von den Epidermislappen begrenzt).

α) Hypostroma unter der Epidermis entstehend.

A. puccinioides Speg.

β) Hypostroma sich in und unter der Epidermis bildend.

A. disciformis Winter.

A. palmicola Speg. (Syn.: *Phyllachora cocoicola* P. H.).

B. Stroma phyllachoroid.

a) Stroma die ganze Blattdicke einnehmend.

2. **Sphaerodothis** Sacc. et Syd. (Char. emend. v. Höhnel).

Sphaerodothis Arengae (Rac.) Sacc. et Syd.

b) Stroma sich in der Epidermis und der ersten Parenchymschichte bildend, innen kohlig.

α) Epidermis sich über dem Stroma längsspaltend, dieses hervorbrechend:

Hysterodothis n. G. v. H.

Hysterodothis rimosa (Speg.) v. H.

β) Epidermis über dem Stroma nicht zerreißend.

Phaeochora n. G. v. H.

Phaeochora Chamaeropsis (Cooke) v. H.

c) Stroma sich in der Epidermis und dem darunterliegenden Parenchym entwickelnd, nur in der Mitte vorbrechend, Stroma der Epidermis (vom Mittelteil abgesehen) auflagernd.

Coccochora n. G. v. H.

Coccochora quercicola (P. H.) v. H.

Aus den ungenügenden Diagnosen der übrigen bisher zu *Auerswaldia* gestellten Formen ist es nicht möglich, mit Sicherheit zu entnehmen, wohin sie gehören. Die folgenden Angaben sind daher nur als vorläufige aufzufassen, da sie nur auf den vorliegenden Beschreibungen beruhen.

Zu *Auerswaldia* im Sinne der obigen Auseinandersetzungen könnten gehören: *A. Fiebrigii* P. H. (XVII, 842); *Leandrae* Syd.; *Puttemansii* P. Henn.; *microthyrioides* P. Henn. (XVII, 843).

Zu *Sphaerodothis* gehört vielleicht: *A. Pringlei* (Peck.) Sacc. (II, 626); sicher *A. Balansae* (Speg.?) Fl. Tass. (XVII, 841).

Zu *Hysterodothis* könnte gehören *A. Guilielmae* P. H. (XVI, 625).

Zu *Coccochora* könnte gehören *A. clypeata* Winter (IX, 1032).

Zu *Phaeochora* gehört vielleicht *A. densa* B. et S. (XIV, 675).

Auerswaldia Scabies (K. et C.) Sacc. (II, 626) ist vielleicht eine *Anthostomella*.

A. maxima Massee (XVII, 844) gehört vielleicht in die Gattung, ist aber möglicherweise sowie *A. bambusicola* Speg. (IX, 1032) ein *Hypoxylon*.

A. nectrioides Rehm (XIV, 675) ist vielleicht eine *Phaeochora*, wenn es nicht eine *Anthostomella* ist.

A. quercina G. Cam. (XVII, 843) könnte *Trabulia quercina* sein.

Seit der Niederschrift des Vorstehenden hat auch C. L. Shear (Mycologia, 1909, I. Bd., p. 161) die Gattung *Sphaerodothis* aufgestellt, jedoch in einem weiteren Umfange. Er führt in derselben 6 Arten auf.

445. Über Lembosia breviuscula Penz. et Sacc.

Diese als Subspecies von *Lembosia diffusa* Winter beschriebene Form (Malpighia, 1898, XI Bd., p. 39; Icon. fung. javanic., 1904, p. 63, Taf. 42, Fig. 2) wächst auf den Blättern von *Rhododendron retusum*, ist eine *Morenoëlla*, die 1900 (Parasit. Algen und Pilze Javas, III. Teil, p. 28) von Raciborski als *Morenoëlla gedeana* beschrieben worden ist.

Der Pilz hat mit *Lembosia diffusa* Winter (Hedwigia, 1885, 24. Bd., p. 30) nichts zu tun und hat *Morenoëlla breviuscula* (P. et S.) v. H. zu heißen (s. auch Ann. myc. 1904, p. 162).

Die Asci sind anfänglich eiförmig und oben sehr dickwandig, 64 ≃ 52 μ, später strecken sie sich stark, werden keuligzylindrisch, 130 ≃ 25 μ, dann liegen die Sporen nicht mehr geballt, sondern zweireihig.

Die braunen, zweizelligen, 36 ≃ 17 μ großen Sporen haben an allen vier untersuchten Exemplaren vom Gedeh auf Java (Raciborski, Penzig und mir) und vom Merapi auf Sumatra (Schiffner, 1894) glatte Sporen. Feinwarzige Sporen, wie sie Raciborski angibt, habe ich nicht gesehen, wohl ist aber der reichliche Inhalt am Rande körnig und täuscht Rauheit der Sporen vor.

446. Über Synglonium insigne Penz. et Sacc.

Der in Icon. fung. javanic., 1904, p. 63, Taf. 41, Fig. 4, beschriebene und abgebildete Pilz soll zweizellige, spindelförmige, hyaline Sporen haben. Das Originalexemplar aus dem Wiener Hofmuseum zeigt nur ein einziges, gänzlich zerstörtes Stroma von *Criella Aceris laurini* (Pat.) Sacc. et Syd., die von Raciborski (Parasit. Algen und Pilze Javas, 1900, II. Teil, p. 23) näher beschrieben wurde. Trotz der angeblich anders beschaffenen Sporen muß es mir daher wahrscheinlich erscheinen, daß diese beiden Pilze identisch sind, was an besseren Stücken des *Synglonium* noch zu bestätigen sein wird.

447. Über Rhytisma filicinum B. et Br.

Dieser in Journ. of Linn. society, 1873, 14. Bd., p. 130, beschriebene Pilz wird von Saccardo (Syll. fung., VIII, p. 738) auf Grund der ganz unzureichenden Originalbeschreibung in die Phacidieengattung *Marchalia* Sacc. gestellt.

Die Untersuchung des Originalexemplars aus Kew zeigte mir, daß der Pilz eine *Hysterostomella* ist, welche der *H. rhytismoides* Speg. (Syll. fung., IX, p. 1099) sehr nahe steht, aber doch sicher verschieden ist. Die einzelnen Hymenien sind mehr netzförmig und weniger regelmäßig konzentrisch angeordnet

und der oberflächliche Pilz ist an mehreren voneinander getrennten Punkten auf der Epidermis befestigt. Unter dieser befindet sich ein hyalines, sehr feinfaseriges Plektenchym, welches unter den Spaltöffnungen am reichlichsten entwickelt ist, durch diese — ohne sie wesentlich zu erweitern — hervorbricht und auf der Epidermis das Stroma bildet, während *H. rhytismoides* Speg., nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Puiggari, sich aus einem dünnen, braunen, zentralen, hypodermalen Stroma entwickelt. Im übrigen sehen sich beide Arten äußerlich und mikroskopisch fast völlig gleich, so daß es schwer ist, sie zu unterscheiden.

Der Pilz hat mit *Lembosia* nichts zu tun und muß *Hysterostomella filicina* (B. et Br.) v. H. genannt werden.

448. Über Rhytisma spurcarium und Rh. constellatum Berk. et Curt.

Diese beiden Arten (Journ. of Linn. Soc., 1873, XIV. Bd., p. 131) kommen zusammen untermischt auf denselben Blättern vor. Die genaue Untersuchung des Originalexemplars, das ich der Güte der Direktion des k. Herbar in Kew verdankte, hat mir nun gezeigt, daß beide miteinander identisch sind. Der als *Rhytisma spurcarium* beschriebene Pilz ist nichts anderes als der ganz ausgereifte Zustand von *Rh. constellatum*. Anfänglich sind die Sporen und Asci schmäler, später verbreitern sich die ersteren stark und werden daher auch die Asci relativ dicker. Anfänglich sind deutliche zellig gegliederte Paraphysen vorhanden, die aber zuletzt völlig verschleimen.

Der Pilz hat oberflächliche rundliche, 1 bis 1·5 *mm* breite, flache, in der Mitte höckerige, mattschwarze Stromata von etwa 120 μ Dicke. Gegen den Rand findet sich entweder ein Ring von Höckern oder ein oft unterbrochener Ringwall. Der Rand selbst ist dünn und besteht aus dicht verwachsenen, schwarzbraunen, 4 bis 5 μ breiten, radial verlaufenden Hyphen. Im Stroma sind nun Loculi vorhanden, die entweder rundlich oder mehr weniger gestreckt sind und dann konzentrisch, ringförmig angeordnet sind. Die rundlichen Loculi haben runde Ostiola, die langgestreckten springen mit einem Riß auf. Über den Loculi hat das Stroma eine etwa 25 μ dicke, opake Kruste,

während die Basalschichte kleinzellig-plektenchymatisch und blaßbräunlich ist. Die oberflächlich auf der Epidermis liegenden Stromata stehen an mehreren Punkten mit dem unter der Epidermis befindlichen bräunlichen Hyphengewebe des Pilzes, welcher durch die Spaltöffnungen heraustritt, in Verbindung. Ein deutliches Hypostroma ist nicht vorhanden.

Die Asci sind dickkeulig bis eiförmig, 60 = 18 bis 34 μ; die Sporen sind in ganz reifem Zustande braun, zweizellig, an der Querwand etwas eingezogen, glatt (in der Jugend scheinbar rauh) und etwa 21 bis 26 = 8 bis 14 μ groß, in Form und Größe sehr variabel. Meist ist die obere Zelle etwas kürzer und breiter als die untere; oft ist die obere sehr dunkelbraun und die untere blaßbraun. Die obere Zelle ist meist dickwandiger als die untere. Jod gibt nirgends Blaufärbung im Hymenium.

Aus dieser Beschreibung ist zu ersehen, daß dieser Pilz ganz wie *Hysterostomella guaranitica* Speg. gebaut ist. Diese Gattung steht bei den Hemihysteriaceen. Indessen neigt sie sehr stark zu den Dothideaceen. Wenn die Loculi rundlich sind, was bei der beschriebenen Form oft vorkommt, kann man sie als Dothideacee betrachten.

Rhytisma spurcarium B. et Br. muß daher *Hysterostomella spurcaria* (B. et Br.) v. H. genannt und *Rhytisma constellatum* B. et Br. als Synonym betrachtet werden.

Bei Saccardo (Syll. fung., VIII, p. 737) steht die Form in der Gattung *Marchalia*. Diese Gattung wurde 1889 von demselben auf Grund der völlig nichtssagenden Beschreibungen mehrerer angeblicher *Rhytisma*-Arten von Berkeley, Broome und Curtis, daher in ganz unbegründeter Weise aufgestellt. *Marchalia* soll schollig hervorbrechende Stromata und zweizellige hyaline Sporen haben. Als Typus dieser Gattung muß *Rhytisma constellatum* B. et Br. gelten.

Man ersieht aus dem obigen, daß dieser Pilz der Gattungsdiagnose von *Marchalia* nicht entspricht. Die Gattung *Marchalia* muß daher völlig gestrichen werden. Der Typus derselben gehört zu *Hysterostomella* Speg. 1889, die rite aufgestellt und gut charakterisiert ist.

Mit *Hysterostomella* Speg. fällt auch die Gattung *Maurodothis* Sacc. et Syd. (Ann. mycol., 1904, II. Bd., p. 166) zu-

sammen, wie das von mir untersuchte Originalexemplar von *M. Alyxiae* Sacc. et Syd. lehrt.

Wahrscheinlich kommt hier auch die Gattung *Dielsiella* P. Henn. (Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. [84]) in Betracht, deren Charakteristik falsch sein dürfte.

449. Über Phacidium elegans Berk. et Curt.

Der aus Niedercarolina in Nordamerika beschriebene Pilz wird von Saccardo (Syll., VIII, p. 765) zu *Dothiora* gerechnet. Er ist nach dem Originalexemplar aus Kew völlig identisch mit *Verrucaria subcoerulescens* Nyl. 1872 = *Polyblastia acuminans* Nyl. 1891 = *Winteria coerulea* Ell. et Ev. 1885 = *Hysteropsis laricina* v. H. 1902 und muß nun *Mycoglaena elegans* (B. et C.) v. H. heißen (siehe diese Fragmente, 1909, VIII. Mitt., Nr. 384), vorausgesetzt, daß, was wahrscheinlich ist, der Speziesname *elegans* der älteste ist.

450. Über Belonidium Schnablianum Rehm.

Der in Rehm, Hysteriac. und Discomyceten, 1896, p. 1228, beschriebene Pilz ist schon wegen der mauerförmig geteilten Sporen kein *Belonidium* und wurde daher von Saccardo und Sydow (Syll. fung., XIV, p. 787) für denselben die neue Gattung *Schnablia* vorgeschlagen.

Meine Vermutung, daß derselbe nichts anderes als ein zufällig oder infolge von äußeren Verhältnissen oberflächlich gewachsenes oder durch Abwurf von Borkeschuppen freigewordenes *Melittiosporium* ist, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars, das ich der Güte des Autors verdankte, vollkommen bestätigt. Der Pilz ist ganz genau so wie *Melittiosporium* gebaut, ist aber nicht eingewachsen, sondern frei. Die Folge davon ist, daß die blasse Decke des Hymeniums frühzeitig zerreißt und in Form einer dicken Berandung das Hymenium umgibt, da der Pilz unbehindert durch ihn umgebendes Matrixgewebe seinem starken Flächenwachstum folgen konnte.

Es ist mir nicht zweifelhaft, daß derselbe auch eingewachsen vorkommen wird, doch zeigte das kleine Originalexemplar denselben nur oberflächlich. Er wird eine neue Art

sein und hat *Melittiosporium Schnablianum* (Rehm) v. H. zu heißen.

Da auch andere *Melittiosporium*-Arten manchmal mehr weniger hervorbrechen und der Pilz gewiß auch eingewachsen vorkommen wird, erscheint es mir nicht gerechtfertigt, ihn in eine eigene Gattung zu stellen.

An demselben Zweigstücke wuchs auch die seltene *Saccardoëlla transylvanica* Rehm, die bisher auf *Lonicera* nicht gefunden wurde (siehe Österr. bot. Zeitschr., 1903, 53. Bd., Nr. 11).

451. Über Platysticta simulans Cooke et Massee.

Meine in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 396, ausgesprochene Annahme, daß *Platysticta* C. et M., 1889, von *Melittiosporium* Corda, 1838, generisch nicht verschieden sein wird, wurde durch die Untersuchung des Originalexemplars aus dem Herbar Berkeley in Kew, die ich dank der Güte der Direktion des k. Herbars in Kew durchführen konnte, vollständig bestätigt. Beide Gattungen sind völlig gleich gebaut. Die Form der Fruchtkörper ist bei *Platysticta* rund, bei *Melittiosporium* meist länglich, aber es kommen auch hier rundliche vor. Nie sind sie so lang und schmal linienförmig, als sie Corda zeichnet. Die Form der Fruchtkörper hängt wesentlich von der Struktur des Substrates ab. In Parenchym auftretend, werden sie rundlich, zwischen Fasern länglich. Darauf kann kein generisches Merkmal gegründet werden. *Platysticta* C. et M. 1889, ist daher gleich *Melittiosporium* Corda 1838 = *Delpontia* Penz. et Sacc. 1904.

452. Dermatina javanica v. H.

Ascomata zähfleischig, fast lederig, einzeln oder zu wenigen genähert einem blassen eingewachsenen Stroma aufsitzend, ockergelb oder gelbbräunlich, später graubraun, bis 700 bis 850 μ breit, 400 bis 600 μ hoch, oben flach konvex, kaum berandet, unten in einen dunkleren 160 bis 230 μ dicken, 210 bis 260 μ langen Stiel rasch verschmälert; Hymenialschichte etwa 140 μ dick, aus 90 bis 140 μ langen, 16 bis 21 μ breiten,

meist achtsporigen, keuligen, mäßig dünnwandigen (1·5 μ), oben wenig derberen (4 μ) und etwas verschmälerten, stumpflichen, unten kurz knopfig stielig allmählich verschmälerten, mit breitem mit Jod sich bräunlich-weinrot färbenden Porus versehenen Asci und fadenförmigen, oben oft kurz verzweigten 1·5 μ breiten, oben allmählich keulig bis 8 μ verbreiterten Paraphysen mit zahlreichen gelben Öltröpfchen bestehend. Sporen zweireihig im Ascus, mit reichlichem homogenem Inhalte, länglich, an den Enden abgerundet, lange, oft immer einzellig bleibend, schließlich mit 3 bis 5 Querwänden und die mittleren Zellen mit einer oft schiefen Längswand, dünnwandig, hyalin, schließlich gelblich, 22 bis 28 = 8 bis 10·5 μ. Hypothecium 130 bis 160 μ dick, ockergelb, parenchymatische Zellen oben etwas größer, unten 3 bis 4 μ breit. Excipulum gegen den Rand etwa 20 μ dick, aus kolbig endenden parallelen Hyphen bestehend, nach abwärts allmählich bis 60 μ dick und aus schiefen Reihen von dünnwandigen etwa 12 = 8 μ großen Zellen gebildet, die zum Teile außen in Form von kurzen kolbigen, 1 bis 2 zelligen, bis 20 = 9 μ großen Haaren enden. Stielgewebe kleinzellig, oben plectenchymatisch aus fast parallelen Reihen von 2 bis 3 μ breiten Zellen gebildet, unten polyedrisch-parenchymatisch, etwas größerzellig. Stielgewebe oben heller unten dunkler braun.

In den Rissen einer dünnen, rotbraunen, borkigen Rinde eines Laubbaumes mit rotbraunem Holze. Wald von Tjibodas, Java 1908.

Der unscheinbare Pilz ist ganz so gebaut, wie *Dermatea cucrita* Karst. und nahe mit demselben und einigen anderen *Dermatea*-Arten verwandt. *Dermatea cucrita* hat auch schließlich schwach gefärbte Sporen, wie Karsten und Bresadola angaben, die nach Minks (Symbolae licheno-mycologicae 1881, I, p. 55) und Bresadola (Annal. Hofmuseum, Wien, 1902, XVII. Bd., p. 263 sub *Belonidium ochroleucum*) schließlich eine Längswand aufweisen. Es ist daher auch eine *Dermatina*. Mit *Belonidium*, weder im Sinne Rehm's noch Saccardo's, wohin der Pilz neuerdings von Bresadola gestellt wurde (siehe Saccardo, Syll. 1906, XVIII, p. 103), hat derselbe gar nichts zu tun.

Dermatina wurde von Saccardo 1889 (Syll. Fung., VIII, p. 492) auf Grund von *Dermatea Fagi* Phill. (Britt. Discomyc., 1887, p. 344) als Subgenus von *Dermatella* Karst. aufgestellt. Diese Art scheint aber nach Rehm. (Hysteriac. und Discomyc., p. 251) von *Dermatea carpinea* (P.) nicht verschieden zu sein. Nichtsdestoweniger scheint es mir zweckmäßig, alle *Dermatea*-Arten mit schließlich mauerförmig geteilten Sporen in der Gattung *Dermatina* zu vereinigen.

Indessen ist es sicher, daß bei *Dermatea* sich die Sporen auch bei derselben Art sehr verschieden verhalten. Dies zeigt sich auch bei *Dermatina javanica*. Während in den meisten Asci die Sporen einzellig bleiben, sind in anderen alle mauerförmig geteilt. Es liegt die Möglichkeit vor, daß sich noch viele andere oder alle *Dermatea*-Arten ebenso verhalten werden, und daß mithin die Zerteilung der Gattung nach den Sporen, wie sie in der Syll. Fung. durchgeführt ist, nicht haltbar ist, was eine nähere Untersuchung noch zu zeigen haben wird.

Sicher ist auch, daß viele *Dermatea*-Arten einander sehr nahe stehen und vielleicht zu vereinigen sind. Vielleicht gehört auch die hier beschriebene Art in den Formenkreis der *D. cucrita*, *livida* usw.

453. Über Karschia patinelloides (S. et R.) Sacc.

Der in Revue mycolog., 1880, p. 189, beschriebene, in Patouillard, Tabulae analytic., Fig. 74 und Saccardo, Fungi italici, Taf. 1410 abgebildete Pilz ist nach dem Originalexemplar in Fungi gallici Nr. 1075 eine Flechte mit gut entwickeltem graulichen Thallus und von *Buellia myriocarpa* (D. C.) Mudd nicht spezifisch verschieden.

454. Orbilia mollisioides n. sp.

Ascomata oberflächlich blattoberseits auf 1 bis 10 *mm* großen unregelmäßig-rundlichen blassen Flecken in kleinen Herden sitzend, frisch gelbbraun, dunkler berandet, flach, trocken dunkelbraun, eingebogen, 120 bis 230 μ breit, rundlich, mit bis auf 65 bis 85 μ verschmälerter, rundlicher, dunkelbraun berandeter Basis aufsitzend. Gewebe an der Basis sehr zart

plektenchymatisch, dunkelgrau, sonst farblos, kleinzellig. Excipulum aus hyalinen oder blassen, polygonalen, 5 bis 6 μ breiten, mit körnigem braunen Inhalte versehenen Zellen bestehend, kahl, außen mit einer dünnen, gelbbraunen, kleiig-scholligen, gegen den Rand dickeren Kruste einer in Kalilauge unlöslichen Substanz bedeckt. Asci keulig, kurz und 4 μ dick gestielt, oben abgerundet oder etwas konisch verschmälert, achtsporig, 44 bis 56 = 6 bis 8 μ.

Paraphysen fädig, 1·5 bis 2 μ dick, oben kegelig-köpfig auf 4 μ verdickt, Köpfchen zu einer die Asci deckenden, 4 bis 5 μ dicken, oben platten Epithecialmembran verwachsen. Sporen schief ein- bis zweireihig, hyalin, einzellig, länglich-spindelförmig, an den Enden stumpflich, gerade oder kaum gekrümmt, 8 bis 12 = 1·5 bis 2 μ. Jod färbt den Ascus-Porus schwach blau.

Zusammen mit *Schizothyrella quercina* (Lib.) Thüm. an morschen Blättern von *Quercus rubra* im Kurpark in Schandau, Sachsen, Oktober 1900, 1901, leg. W. Krieger, Fungi saxonici, Nr. 1997.

Da die Sporen trotz der anscheinenden Reifheit des Pilzes nur innerhalb der Asci gesehen wurden, werden die Angaben über dieselben verbesserungsfähig sein. Der Pilz ist durch die krustige, brüchige Ausscheidung, welche das fast farblose Excipulum bedeckt, und besonders am Rande stark entwickelt ist, sehr charakteristisch. Er erinnert sehr an *Mollisia*, kann aber nur als *Orbilia* aufgefaßt werden, wofür auch das Verhalten der Paraphysen spricht. Merkwürdig ist auch, daß die Endköpfchen der Paraphysen zu einer festen Membran verwachsen, von der man an Quetschpräparaten Stücke zu sehen bekommt. Sie besteht aus rundlichen, 4 μ breiten Zellen, die durch eine fast gallertige Masse verbunden sind.

Eine ganz ähnliche braune, das Excipulum bedeckende Kruste zeigt auch die täuschend ähnliche *Mollisia betulicola* (Fuck.) Rehm., deren Gehäuse eigentlich blaß und kleinzellig parenchymatisch ist. Dieser Pilz hat aber oben nicht verdickte und kein Epithecium bildende Paraphysen. Er ist keine typische *Mollisia*. In den Beschreibungen von Fuckel und Rehm wird gerade die charakteristische Kruste mit Stillschweigen übergangen.

Ich habe mich vergeblich bemüht, die neubeschriebene Art mit einer bekannten zu identifizieren. Zu vergleichen wären die mir nur aus ungenügenden Diagnosen bekannten Arten: *Helotium furfuraceum* Ph. et H. (Syll. f., VIII, p. 251), *H. querceti* Sacc. (VIII, 240), *H. castaneum* E. et Ev. (VIII, 246) und *Mollisia prinicola* E. et Ev. (VIII, 230).

455. Über Fabraea? Melastomacearum Speg.

Der Vergleich eines Originalexemplares dieser Art (Sacc., Syll., VIII, p. 736), die 1889 beschrieben wurde, aus dem Herbar Puiggari (Apiahy, August 1883) mit dem Originalexemplare von *Niptera parasitica* Winter (Hedwigia 1884, 23. Bd., p. 173) in Rabh.-Wint., Fung. europ., Nr. 3167 zeigte mir, daß diese beiden Arten völlig identisch sind. Auch die Nährpflanze ist dieselbe. Der Pilz gehört weder zu *Fabraea* noch zu *Niptera* oder *Mollisia* (Sacc., Syll., Fung. VIII, p. 329), sondern ist eine *Dermatea*.

Derselbe besteht aus einem kleinen Stroma, das aus rundlich-polyedrischen, bis etwa 6 bis 8 μ großen hyalinen oder blassen Zellen zusammengesetzt ist und an der Blattunterseite im Schwammparenchym sich entwickelt. Dieses blasse Stroma bricht nun hervor und bildet rundliche, gelbliche, später dunkler werdende Polster, die in Gruppen stehen. In diesen Polstern entstehen nun, meist einzeln, aber auch zu 2 bis 4, die Apothecien und brechen aus ihnen hervor. Die Stromapolster entwickeln auch hie und da eine tuberculariena rtige Nebenfruchtform, welche aber an den untersuchten Exemplaren schon überreif war. Die Apothecien zeigen ein dickes parenchymatisches Hypothecium und ein unten parenchymatisches gegen den Rand faseriges, blaßbraunes Excipulum, das wenig hervortritt. Die Sporen sind im reifen Zustande fast stets einzellig; unreif zeigen sie einen grobkörnigen reichlichen Inhalt, der manchmal scharf zwei- bis vierteilig ist, doch scheint es zur Ausbildung von Querwänden nie zu kommen.

Jod färbt den Porus der Asci schwach blau. Die übrigen Eigenschaften der Apothecien können aus Winter's und Spegazzini's Angaben entnommen werden.

Der Pilz ist daher ein stromatischer Discomycet. Vergleicht man ihn mit *Dermatea Cerasi*, so erkennt man ohneweiters die Zugehörigkeit desselben zur Gattung *Dermatea*. Die Abweichungen sind zu gering, um eine generische Trennung zu rechtfertigen. Er stellt einfach eine blattbewohnende *Dermatea* vor. In den Tropen kommen ja auch sonst Ascomyceten auf Blättern vor, die bei uns nur als Zweigbewohner bekannt sind, so auch *Cenangium*-Arten. Auch das Verhalten der Asci, Paraphysen und Sporen des Pilzes ist ganz so, wie bei den *Dermatea*-Arten. Der Pilz muß daher heißen:

Dermatea (Pezicula) parasitica (Winter) v. H.

Syn.: *Niptera parasitica* Winter, 1884.
Mollisia parasitica (W.) Sacc., 1889.
Fabraea Melastomacearum Speg., 1889.

Bemerkenswerterweise ist auf Melastomaceenblättern (*Miconia* sp.) noch ein zweiter Discomycet mit Stroma (*Physmatomyces melioloides* Rehm, Hedwigia 1900, 39. Bd., p. 216), der zu den Bulgariaceen gehören soll, beschrieben worden. Derselbe ist jedenfalls vom Obigen verschieden. Doch wäre noch zu prüfen, ob es nicht doch eine Flechte ist.

Die beiden Pilze *Pseudopeziza sanguinolenta* Speg. (Sacc., Syll., VIII, p. 726) und *Pseudopeziza cantarcirensis* P. Henn. (Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 305) wären miteinander zu vergleichen, da sie vielleicht identisch sind.

456. Über Solenopezia mellina Penz. et Sacc.

Der in Icon. fung. javanic. 1904, p. 79, Taf. 52, Fig. 4, beschriebene und abgebildete Pilz hat nach dem Originalexemplar im Wiener Hofmuseum anfänglich kugelige, später scheibenförmige, mit bis auf 70 bis 80 μ Breite verschmälerter Basis flach aufsitzende, bis 340 μ breite Ascomata. Außen sind ziemlich sparsam einzellige, etwas rauhe bis 40 × 4 μ große, wenig verbogene, stumpfe Haare vorhanden.

Paraphysen spärlich, fädig oben nicht verdickt; Asci keulig, unten kaum gestielt, 52 bis 56 × 6 μ, achtsporig. Die Sporen liegen zweireihig, sind meist gerade, schmal spindelförmig, an

den Enden spitz, 13 bis 20 = 2 bis 2·7 μ, stets einzellig. Die scheinbare Querwand, welche die Sporen hie und da aufweisen ist eine Eintrocknungserscheinung, was schon daraus hervorgeht, daß die scheinbare Querwand an jeder Stelle der Spore auftreten kann.

Der Pilz ist eine *Dascyscypha* im Sinne Rehm's, die sich durch ihre Kleinheit und spärliche Behaarung, sowie das deutlich parenchymatische und nur gegen den Rand prosenchymatisch gebaute Excipulum sehr *Eupezizella* im Sinne Starbäck's nähert.

Er hat *Dascyscypha mellina* (P. et S.) v. H. zu heißen. Mit *Solenopezia*, die krugförmige Ascomata und zweizellige Sporen besitzt, hat er nichts zu tun.

457. Über Humaria marchica Rehm.

Der 1894 in Rehm's Discomycetenwerk, p. 952 beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar in Sydow, Mycoth. marchica, Nr. 2958 gleich *Peziza olivacea* Batsch (Elenchus fungorum 1783, I, p. 127, Taf. XII, Fig. 51). Der Pilz gehört zu jenen Discomyceten, deren richtige Stellung im Systeme nicht leicht festzulegen ist.

Schon Rehm sagt, daß er höchst merkwürdig und vielleicht eine *Patellariacee* ist.

Saccardo, Syll. Fung., VIII, p. 770, stellte ihn 1889 zu *Patinella*.

Currey (Linn. Transact., XXIV, p. 493, Taf. 51, Fig. 10 bis 12) beschrieb ihn 1863 als *Rhizina nigro-olivacea*.

Berkeley und Broome (Annal. Mag. of Nat. hist. 1865, III. Ser., 15. Bd., p. 447) bezeichnen ihn als *Patellaria (Mollisia) olivacea*.

Phillips (Brittish Discomycetes, London 1887, p. 361) nennt ihn *Patellaria olivacea*.

Quélet (Enchiridion Fungorum 1886, p. 291) führt ihn als *Humaria olivacea* auf. Rehm stellte ihn 1890 zu *Karschia* (Hyster. und Discomyc., p. 349).

Saccardo stellte ihn 1895 (Syll. Fung., XI, p. 415) zu *Phaeopezia*.

Später (1902, Syll. Fung., XVI, p. 739) wird er *Aleurina marchica* (Rehm) S. et Syd. genannt, unter welchem Namen er auch von Rehm. in Ann. mycol. 1903, I. Bd., p. 514 angeführt wird.

Boudier stellte 1907 (Hist. et Classific. des Discomycetes, p. 190) für den Pilz die neue Gattung *Catinella* auf, die er zu den Patellariaceen zwischen *Melaspilea* und *Patellea* stellt, und in den Icones Mycologicae, Tab. 452 schön abbildet. Wie man aus diesen Angaben ersieht, wurde der Pilz bald zu den Patellariaceen, bald zu den Eupezizeen und Rhizineen gestellt.

Es ist kein Zweifel, daß der Pilz sehr an die Patellariaceen und Cenangieen erinnert, allein die genauere Untersuchung desselben zeigte mir, daß es sich sicher um eine Eupezizee handelt.

Das Gehäuse ist großzellig-parenchymatisch. Die Asci sind genau zylindrisch, zeigen oben keinen Porus und stets gerade einreihig angeordnete an den Enden abgerundete Sporen, die fast die Breite des Ascus haben.

Davon, daß die Asci mit einem Riß oder Deckel aufspringen, ist zwar infolge ihrer Kleinheit nichts zu sehen, auch die Bilder Boudier's zeigen nichts davon, allein die ganze Beschaffenheit der Asci und Sporen ist genau so wie bei den operkulaten Discomyceten und spricht dafür, daß der Pilz zu den Eupezizeen gehört.

Als Patellariacee oder Cenangiee *(Phaeangium)* kann der Pilz infolge des fleischigen, großzellig parenchymatischen Baues des Gehäuses nicht betrachtet werden. Diese Pilze haben auch stets andere Asci und zweireihig gestellte Sporen. Eine Rhizinee ist der Pilz nicht, da er ein deutliches Gehäuse hat.

Als Eupezizee kann er nur in die Gattung *Aleurina* gestellt werden.

Sollte der noch durchzuführende Vergleich mit dem Typus der Gattung: *Aleurina retiderma* (Cooke) generische Unterschiede ergeben, so müßte die Gattung *Catinella* Boudier aufrecht bleiben und neben *Aleurina* gestellt werden.

Der Pilz muß daher vorläufig *Aleurina olivacea* (Batsch) v. H. non Patouil. genannt werden. Seine Synonymie ist folgende:

Aleurina olivacea (Batsch) v. H. non Patouillard.

Peziza olivacea Batsch, 1783.
Rhizina nigro-olivacea Currey, 1863.
Patellaria (Mollisia) olivacea (B.) Berk. et Br., 1865.
Humaria olivacea (Batsch) Quel., 1886.
Patellaria olivacea (Batsch) Phillips, 1887.
Patinella olivacea (Batsch) Saccardo, 1889.
Karschia olivacea (B.) Rehm., 1890.
Humaria marchica Rehm, 1894.
Phaeopezia marchica (Rehm) Saccardo, 1895.
Aleurina marchica (Rehm) Sacc. et Syd., 1902.
Catinella olivacea (Batsch) Boudier, 1907.

Damit zu vergleichen wären *Peziza fuscocarpa* E. et Holw. (Journ. of Mycol., I, p. 5) und *Phaeopezia tahitensis* Pat. (Bull. soc. mycol. 1896, XII, p. 135), welche beide zu mindestens sehr nahestehende, vielleicht damit identische Pilze sind.

458. Über Psilopezia myrothecioides B. et Br.

Der in Ann. and Magaz. of nat. history, 1875, IV. Ser., 15. Bd., p. 39, Taf. II, Fig. 5, beschriebene und abgebildete Pilz ist nach dem Originalexemplar aus Kew ganz so wie *Psilopezia* gebaut, da ein Gehäuse fehlt. Indessen ragt das Hypothecium am Rande der Fruchtschichte in Form eines fransigen, an der Basis etwa 50 μ dicken, gegen den Rand dünner werdenden, etwa 300 μ breiten, aus breiten parallelen Hyphen bestehenden Saumes vor. Die Asci sind zylindrisch und bis 270 × 12 μ groß. Die elliptischen Sporen messen 18 bis 20 × 10 bis 12 μ, sind an den Enden abgerundet und liegen gerade einreihig im Ascus. Paraphysen vorhanden.

Der Randsaum des Hypotheciums liegt dem Substrate, morsches Holz, fest an.

Der Pilz kann ganz gut in der Gattung *Psilopezia* belassen werden, stellt aber in dieser eine eigene Sektion vor.

459. Cyclodomus n. G. (Sphaerioideaceae).

Stromata ledrig-kohlig, klein, rundlich, in die Epidermis eingewachsen, mit einem Discus hervorbrechend, mit einem

ringförmigen, eine Mittelsäule umgebenden Loculus. Öffnung durch Zerfall des Discus. Sporenträger allseits, kurz, je eine stäbchenförmige, einzellige, hyaline Spore bildend. Gewebe parenchymatisch.

Eine eigentümliche Form, die wahrscheinlich zu einer Dothideacee oder Hemihysteriacee gehört.

Cyclodomus Umbellulariae v. H.

Stromata besonders blattoberseits, ohne Fleckenbildung, dicht herdenweise, schwarz, schwach glänzend, trocken etwas runzelig, in die Epidermis eingewachsen, meist halbkugelig-scheibenförmig, unten flach, 100 bis 250 μ breit, 90 bis 100 μ dick, mit einem rundlichen zirka 60 μ breiten, schließlich zerfallenden und hiedurch die Sporenentleerung bewirkenden Discus vorbrechend. Loculus ringförmig, mit ovalem, 65 bis 70 = 48 μ großem Querschnitt, die mit dem Discus endende 50 bis 80 μ breite Mittelsäule umgebend. Gewebe ledrig-kohlig, grünlich-blauschwarz, offenzellig parenchymatisch. Zellen unten 4 bis 7 μ, oben in der zirka 8 μ dicken Decke 3 bis 4 μ breit. Loculus ohne eigene Wandung, allseits mit ganz kurzen, verschleimenden Sporenträgern besetzt. Sporen bei der Bildung in zähen Schleim eingebettet, hyalin, einzellig, zartwandig, zylindrisch, an den Enden stumpflich oder spitzlich und mit je einem kleinen Öltröpfchen, meist gerade 14 bis 24 = 2 bis 3 μ.

Dicht herdenweise, besonders auf der Oberseite abgestorbener Blätter von *Umbellularia californica* (Lauraceen) bei Clairmont, Californien, leg. C. F. Baker, April 1909.

Es scheint, daß hier die Sporen in ähnlicher Weise in Schleimzylindern entstehen, wie bei *Coleophoma* (siehe diese Fragmente, 1907, IV. Mitt., Nr. 164), doch war bei der Zerfließlichkeit der Schleimzylinder nichts Sicheres festzustellen. Jedenfalls erscheinen die Sporen bei ihrer Bildung ganz in einer zusammenhängenden Schleimmasse eingebettet. Selten sind die Stromata länglich und dann ist die Mittelsäule flachgepreßt und der ringförmige Loculus weniger regelmäßig entwickelt. Der Pilz ist jedenfalls ein Schmarotzer. Auf der Blattunterseite kommen die Stromata spärlicher und weniger gut entwickelt vor.

460. Phaeodomus n. G. (Sphaerioid.-phaeosporae).

Stromata kugelig, aus dem Eingewachsenen hervorbrechend-oberflächlich, kohlig, aus undeutlich gereihten offenen Parenchymzellen bestehend, warzig rauh; einziger Loculus ohne eigene Wendung, ohne Ostiolum, schmal, halbkugelig gewölbt, unten konkav. Sporenträger allseits, sehr kurz und breit. Sporen einzellig, gefärbt, länglich.

Die Stromata gleichen kleinen Sclerotien und sind im sterilen Zustande von solchen nicht zu unterscheiden. Im reifen Zustande sieht man im Längsschnitte oben einen halbkugelig gewölbten schmalen Hohlraum ohne eigene Wandung, in dem die Sporen entstehen. Ähnlich gebaute Pilze könnten die nicht genügend bekannten Gattungen *Diplodiopsis* P. Henn. und *Septodothideopsis* P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 387) sein. Diese haben jedoch andere Sporen.

Auch *Hypocenia* B. et C. und *Levieuxia* Fries. könnten hieher gehören, was jedoch nur durch die Untersuchung der Originalexemplare festgestellt werden könnte.

Als Pycniden können die Fruchtkörper des Pilzes kaum aufgefaßt werden. Es sind Bildungen, die ganz an *Plenodomus* Preuss (= *Phomopsis* Sacc.) erinnern, welche oft, z. B. beim Typus der Gattung: *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. (Sturm, Deutschl. Flora, Pilze, VI. Bdch., p. 143, Taf. 72) ganz dieselbe Form haben, und Teile größerer Stromata sind.

Phaeodomus Lauracearum v. H.

Stromata sich aus einem kugeligen, zirka 130 μ großen, aus hyalinen 10 bis 12 μ breiten Parenchymzellen bestehenden, mitten im Blattgewebe eingewachsenen Gewebskörper entwickelnd, ganz hervorbrechend und von den Gewebslappen des Blattes an der Basis begrenzt, schwarz, kohlig, unregelmäßig kugelig, bis 1 *mm* breit, mit wenig verschmälerter Basis angewachsen, meist blattoberseits zu 10 bis 40 herdenweise auf eckigen, kaum verfärbten, 3 bis 10 *mm* breiten Blattflecken sitzend, außen schollig-flachwarzig rauh; Warzen 80 μ hoch, 180 bis 250 μ breit. Gewebe offenzellig, kohlig, parenchymatisch, Zellen undeutlich längsgereiht, leer, mäßig derbwandig, 10 bis

14 μ breit, polyedrisch, ohne Interzellularräume aneinanderschließend, außen eine dunklere, 20 bis 40 μ dicke, eingerissene Kruste bildend. Einziger Loculus ohne eigene Wandung, bis 800 μ breit, in der Mitte 80 bis 120 μ dick, halbkugelig gewölbt, oben von der 80 bis 100 μ dicken Deckschichte begrenzt, unten konkav, einem zirka 400 μ hohen halbkugeligen zentralen Gewebepolster aufsitzend. Sporenträger allseits, sehr kurz und breit, fast fehlend. Sporen einzellig, blaß rauchgraubraun, mäßig dünnwandig, elliptisch, nach unten etwas keilig verschmälert und abgestutzt, mit wolkigem Inhalte, 20 bis 25 = 10 bis 12 μ.

Häufig auf den lebenden Blättern verschiedener Lauraceen, namentlich von *Nectandra*-Arten, im südlichen Brasilien.

Bei Rio de Janeiro (v. H.), São Leopoldo (Theyssen).

Trotz der Häufigkeit dieser Form scheint dieselbe noch unbeschrieben zu sein, wahrscheinlich, da man sie meist steril antrifft.

Mitten im Blattquerschnitte sieht man einen rundlichen parenchymatischen weißen Gewebskörper, der meist nach oben einen breiten, kurzen Fortsatz bildet, welcher die Gewebe durchbricht und außen den Fruchtkörper entwickelt. Das Gewebe desselben ist ganz Dothideaceen-artig gebaut. Eigentliche Sporenträger fehlen. Die Sporen sitzen auf den an der Grenze des Loculus etwas blässeren und wenig gestreckten Gewebszellen ringsum direkte auf.

461. Trichosperma aeruginosa n. sp.

Pycniden oberflächlich, blattoberseits, ohne Fleckenbildung, gleichmäßig zerstreut, frisch dunkel blaugrün, oben blässer, anfänglich geschlossen, flach kugelig, dann schief schalenförmig weit geöffnet, trocken verschiedenartig verbogen, schwarz, schwachglänzend, kahl, einzeln einer in der Mitte fleischigen bis 60 μ dicken, plektenchymatisch faserigen, gegen den Rand zarthäutigen aus 2 bis 4 μ dicken zarten, hyalinen Hyphen bestehenden Basalmembran mit der flachen Basis etwas eingesenkt, unten gelatinös-fleischig, oben fleischighäutig.

Pycnidenmembran unten zweischichtig, äußere Schichte etwa 40 bis 50 μ dick, fast gelatinös-plektenchymatisch faserig,

hyalin, innere 8 bis 10 μ dick, dunkelgraublau, kleinzellig, parenchymatisch; Membran weiter oben etwa 40 μ dick, einschichtig, zellig-plektenchymatisch, am etwa 90 μ breiten dünnen Rande aus parallelen hyalinen, 1·5 bis 2 μ breiten Hyphen bestehend. Sporenträger die untere Hälfte der Pycniden dicht bedeckend, nach obenhin lockerer stehend, einfach, 7 bis 8 × 2 bis 3 μ, am abgerundeten Ende je eine hyaline, 7 bis 8mal querseptierte, zylindrisch-wurmförmige, am oberen Ende abgerundet keulig bis 4 μ verdickte, S-förmig oder einmal spiralig gewundene bis 60 × 2 μ große, unten stumpfe Spore tragend. Die Sporen sind zu einer zusammenhängenden Masse verfilzt.

Auf der Oberseite lebender Blätter einer Myrtacee (*Myrtus*?) Villa Maria bei São Paulo, Brasilien, lg. Usteri.

Kann als eine typische *Trichosperma* betrachtet werden. Die verfilzten Sporenmassen erscheinen sehr schwach rötlich gefärbt. Die Basalmembran ist kaum sichtbar. Sie ist in der Mitte gelatinös-fleischig und zieht sich an der Basis der Pycnide etwas hinauf, wodurch diese etwas eingesenkt erscheint. Die offenen Pycniden sind schief becherförmig und etwa 600 μ hoch, die Öffnung ist faserig begrenzt und etwas exzentrisch. Das Gewebe der Pycnidenmembran besteht aus gelatinös dickwandigen dicht verflochtenen Hyphen und erscheint von außen gesehen gerundet-kleinzellig, stellenweise isodiametrisch parenchymatisch. Der ganze Pilz ist fast gelatinös-weichfleischig. Am offenen Pilze sind die dünnen Membranlappen oft zurückgeschlagen.

462. Über Schizothyrella Sydowiana Sacc.

Von diesem in Annal. myc., 1905, III. Bd., p. 233, beschriebenen Pilze untersuchte ich das Originalexemplar in Sydow, *Mycoth. germanica* Nr. 341 und fand, daß derselbe, wie ich vermutete, nicht in die Gattung gehört. Es ist eine eigentümliche, mit einem Stroma versehene Nectrioidee, die mit *Sirozythia* (Ann. myc., 1904, II. Bd., p. 48) verwandt ist und die ich *Sirozythiella* nenne.

Die in lockeren Herden stehenden Stromata sind blaß bräunlich, rundlich oder länglich, bis etwa 800 μ lang, 140 bis

200 μ dick und unter die Epidermis eingewachsen. Dieselben bestehen aus einem weichfleischigen, aus 1 bis 2 μ breiten, im inneren Gewebe hyalinen, außen blaß bräunlichen, plektenchymatisch verflochtenen Hyphen zusammengesetzten Gewebe. Schließlich bricht das Stroma mehr weniger hervor. In jeden Stroma sind einige 50 bis 350 μ lange, 50 bis 300 μ breite Pycniden, mit wenig deutlicher eigener Wandung ganz eingeschlossen, die oft zum Teil miteinander verschmelzen und oben unregelmäßig aufreißen. Das Stromagewebe ist unterhalb und über den Pycniden nur schwach entwickelt, etwa 8 bis 10 μ dick, hingegen seitlich gut ausgebildet.

Der Inhalt der Pycniden ist blaßrosa. An der Basis derselben finden sich die dicht parallel stehenden, büschelig verzweigten, etwa 20 = 1 μ großen Sporenträger, die an der Spitze und den Enden der Zweige lange einfache oder verzweigte Ketten von 2- bis 5zelligen hyalinen, länglichen, zylindrischen, geraden oder schwach gekrümmten, 10 bis 26 = 2 bis 3 μ großen Sporen bilden.

Diese Sporenketten liegen in der geschlossenen Pycnide parallel nebeneinander.

Der Pilz nähert sich durch das schwach entwickelte Stromagewebe den Melanconicen, wo er aber keinen Anschluß findet und wird am besten als Nectrioidee aufgefaßt. Verwandt sind *Sirozythia* v. H. und *Treleasiella* Speg., die aber kein Stroma und einzellige Sporen haben.

Sirozythiella n. G. (Nectrioideae).

Stroma eingewachsen, hervorbrechend, blaß, weichfleischig, plektenchymatisch, mit einigen oben unregelmäßig aufreißenden ganz eingesenkten Pycniden. Sporenträger büschelig verzweigt. Sporen in einfachen oder verzweigten Ketten, hyalin, zwei- bis mehrzellig, phragmospor.

Sirozythiella Sydowiana (Sacc.) v. H.

Syn.: *Schizothyrella Sydowiana* Sacc., l. c.

An *Phragmites communis* in Deutschland, Sydow, Myc. germ., 341.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß die beiden Gattungen *Cystotricha* B. et Br. 1850 und *Pseudopatella* Sacc. 1884 zusammenfallen dürften.

463. Über Schizothyrella quercina (Lib.) Thüm.

Diese Form, welche den Typus der Gattung darstellt, wird von Saccardo (Syll. Fung. III., p. 690) zu den Excipuleen gestellt. Da mein Originalexemplar in Thümen, Myc. univers., Nr. 1684 den Pilz nicht zeigte, untersuchte ich das Exemplar in Krieger, Fung. saxonici Nr. 1997, das zweifellos dazu gehört. Es zeigte sich, daß der Pilz eine typische Leptostromacee ist, welche sich von *Leptostromella* nur durch die Sporen unterscheidet.

Der Pilz wächst auf der Unterseite von morschen Eichenblättern und hat keine bestimmte Form. Bald ist er rundlich, länglich, verbogen oder eckig. Er ist halbiert schildförmig und oben verschiedenartig faltig; seine Größe wechselt von 200 μ bis fast 1 *mm* Länge. Er ist zirka 140 μ dick. Er entsteht in und unterhalb der Epidermis. Außen zeigt er eine in der Epidermis eingewachsene, schwarze, 16 bis 20 μ dicke Decke, welche aus kleinen, polyedrischen oder gewundenen, etwa 3 bis 4 μ breiten Zellen, die in mehreren Lagen stehen, zusammengesetzt ist. In der Flächenansicht dieser Deckschichte sieht man deutlich die einzelnen Epidermis- und Spaltöffnungszellen, welche von dem dunkelbraunen Pilzgewebe durchsetzt sind. Als eigentliche gesonderte Pycnidenwandung kann diese in der Epidermis eingewachsene Deckschichte nicht angesehen werden. Die dünne hyaline, sehr kleinzellig plektenchymatische Basalschichte des Pilzes trägt dicht parallelstehende, einfache, $50 \simeq 1 \cdot 8$ μ große Sporenträger, die an der Spitze je eine bis $80 \simeq 1 \cdot 8$ μ große steiffadenförmige, mit 5 bis 6 Querwänden versehene Spore, die zerbrechlich ist und in 15 bis 18 μ lange Stücke zerfällt, bilden und daher richtiger als eine Kette von Sporen aufgefaßt wird.

Da ein echtes Gehäuse fehlt, könnte der Pilz als Melanconiee *(Hypodermium?)* aufgefaßt werden, allein von diesen unterscheidet er sich durch die schwarze Decke, die übrigens keine

Spur einer Öffnung aufweist und durch die quellende Sporenmasse schließlich unregelmäßig zersprengt wird.

Der Pilz ist ganz so gebaut, wie die eingewachsenen Leptostromaceen, die auch vielfältig kein echtes Gehäuse haben. Vergleicht man einen Querschnitt von *Leptostromella hysterioides* (Fr.) Sacc. aus Krieger Fung. saxon., Nr. 1892 (die anderen untersuchten Exsicatten dieser Mischart sind falsch bestimmt und meist unreife Ascomyceten), so erkennt man, von den Sporen abgesehen, keinen Unterschied von *Schizothyrella quercina*. Die Gattung *Schizothyrella* muß daher zu den Leptostromaceen gestellt werden.

464. Über Endobotrya elegans B. et C.

Dieser Pilz wird in Sacc., Syll. fung., III, p. 470, zu den dyctiosporen Sphaerioideen gestellt.

Die Untersuchung des Originalexemplares aus dem Herbar Berkeley, Nr. 6379, das ich der Güte der Direktion des k. Herbar in Kew verdankte, zeigte mir, daß der Pilz eine Melanconiee aus der Verwandtschaft von *Thyrsidium* ist.

Ein Gehäuse fehlt völlig. Der Pilz entwickelt sich in der Rinde unter dem Periderm und bildet flache Lager, die aus einer hyalinen, undeutlich zelligen Basalschichte bestehen, auf der die Sporenträger sitzen, die von sehr verschiedener Länge sind und an der Spitze je eine braune, etwa $50 \simeq 25$ μ große Spore tragen. Jede Spore besteht aus einer axialen Reihe von meist vier etwas größeren Zellen, die außen von 5 bis 6 Reihen von wenig kleineren Zellen umgeben sind, die außen konvex vorspringen. Gleichzeitig liegen alle Zellen in aufeinanderstehenden Querscheiben, da sie alle gleich hoch sind. Die Zellen, etwa 28 an der Zahl, liegen daher in Längs- und Querreihen. Der Pilz wird etwa 1·5 bis 2 *mm* breit und 200 μ hoch. Er ist fleischig-gelatinös und ringsum von einer mehrfachen Schichte von hyalinen, etwas gestreckten Parenchymzellen begrenzt. Die reichliche Sporenmasse bricht schließlich nach außen durch und bedeckt das Periderm in Form einer grauschwarzen, dünnen Schichte. Die hyalinen, einfachen, etwa 2 μ

breiten Sporenträger verschleimen und verschwinden schließlich völlig und die Sporen scheiden außen eine dicke, zähe, strukturlose Schleimmasse aus, in der sie eingebettet erscheinen.

Man sieht, daß der Pilz sich ganz so wie ein *Thyrsidium* verhält, dessen Sporenketten zu einem dyctiosporen Körper verwachsen sind.

Ganz ähnlich verhält sich auch *Thyrsidina* v. H. (Ann. mycol., 1905, IV. Bd., p. 337). Nur sind hier die Sporenkörper rundlich und die hyalinen Zellen unregelmäßig gebaut.

Wenn der von Oudemans (Ned. Kr. Arch., 3. Serie, II, 4. Suppl., XX, p. 1125, Taf. XIII, Fig. 7) als *Dematium sphaericum* P., Obs. myc., 1796, I, p. 25, beschriebene Pilz wirklich der Persoon'sche ist, was sehr wahrscheinlich ist, so ist dies auch eine verwandte Form. Hier stehen die Einzelsporen in Ketten, die auf einer Achse gegen- und wechselständig befestigt sind.

Eine offenbar hierher gehörige Melanconiee ist auch *Hyperomyxa stilbosporoides* Corda (Icon. fung., III, p. 34, Taf. VI, Fig. 89). Hier sollen aber nach Corda die einzelligen, braunen Sporen succedan an der Spitze der Träger entstehen und sich dann zu einem in Schleim eingebetteten Köpfchen verbinden, in welchem sie undeutlich spiralig angeordnet sind. Wenn dies richtig ist, so stellt *Hyperomyxa* eine eigene Melanconieengattung dar und kann nicht, wie dies jetzt geschieht, mit *Thyrsidium* vereinigt werden.

Mit *Endobotrya elegans* ist am nächsten *Thyrsidium oblongum* (Fuckel) Sacc. (Fuckel, Symbol. mycol., p. 351) verwandt. Hier bestehen die Sporen auch aus verwachsenen Längsreihen von Zellen. Sporen und Sporenträger verschleimen jedoch nicht oder kaum.

Thyrsidiella v. H. (Österr. bot. Zeitschr., 1905, 55. Bd., p. 100) ist ein hyalinsporiges *Thyrsidium*.

Für mich bilden alle diese Formgattungen eine Formengruppe der Melanconieen. Jedenfalls zeigen sie viele gemeinsame Züge und es ist nicht schwer, sie morphologisch voneinander abzuleiten.

Man kann sie nach folgendem Schema voneinander trennen:

Thyrsidieen (Formengruppe der Melanconieen).

I. Einzelsporen dictyosporenartig fest verbunden.

a) Einzelsporen gefärbt, gereiht.

α. Sporenkörper in Schleim eingebettet; Träger ganz verschleimend.

Endobotrya elegans B. et C.

β. Sporenkörper und Träger nicht verschleimend.

Endobotryella oblonga (Fuck.) v. H., n. G.

b) Einzelsporen hyalin, geballt.

Thyrsidina carneo-miniata v. H.

II. Einzelsporen locker stehend; mehr minder in Schleim eingebettet.

a) Sporenköpfchen aus einer durch succedane Sprossung entstehenden, mehr minder deutlich spiralig angeordneten Reihe von Sporen bestehend.

Hyperomyxa stilbosporoides Corda.

b) Sporenköpfchen aus mehreren Ketten von Sporen bestehend.

α) Ketten an einer durchgehenden zentralen Achse befestigt.

Conoplea sphaerica Persoon.

β) Ketten (öfter verzweigt) radiär an der Spitze des Sporenträgers sitzend.

1. Sporen hyalin.

Thyrsidiella lignicola v. H.

2. Sporen gefärbt.

Thyrsidium sp.

465. Über die Gattung Harknessia Cooke.

Diese Gattung wird von Cooke (Grevillea, 1881, IX, p. 85) als Melanconiee beschrieben. Winter (Hedwigia, 1883, 22. Bd., p. 19) hält sie jedoch für eine mit *Coniothyrium* verwandte Sphaerioidee.

Die Untersuchung des Typus der Gattung *Harknessia Eucalypti* Cooke zeigte mir nun, daß ein eigentliches Gehäuse nicht vorhanden ist und daß die Gattung richtiger als Melanconiee betrachtet wird. Sie verhält sich zu *Melanconium* etwa ebenso wie *Phleospora* zu *Cylindrosporium*. *Harknessia* hat kleine, runde Fruchtkörper, während *Melanconium* größere, mehr ausgebreitete besitzt. Der Medianschnitt durch den Fruchtkörper von *Harknessia Eucalypti* zeigt fast kugelige Sporenballen, die zwar von einer membranartigen Hülle umgeben sind, welche aber nicht als Pycnidenwandung angesehen werden kann. Diese ist zwar entsprechend der bedeutenderen Größe der Fruchtkörper dicker und besser ausgeprägt als bei *Phleospora*, aber außen nicht scharf begrenzt und allmählich verlaufend. Ein Ostiolum fehlt völlig, der Pilz bildet oben infolge des Druckes der sich entwickelnden Sporen durch Dehnung eine rundliche, weite Öffnung. In den oberen Teilen desselben sind reichlich Krystalle und Körnchen von Kalkoxalat eingelagert, welche die weiße, körnige Masse bilden, welche die entstandene Öffnung umgibt und dann dem Pilze das stictisartige Aussehen verleiht. Eine Ähnlichkeit mit *Coniothyrium* kann ich nicht erkennen, hingegen erinnert der Pilz durch seine durchaus weiche und blasse, fleischige Beschaffenheit und seine Sporen sofort an *Melanconium*. So wie *Phleospora* später zu den Melanconieen versetzt wurde, muß dies nun auch mit *Harknessia* geschehen. Eine sich gleich verhaltende Form ist auch *Scolecosporium Typhae* (Oud.) v. H., von welcher ich gezeigt habe (in diesen Fragmenten, 1909, VI. Mitt., Nr. 268), daß es keine *Hendersonia* ist. Wahrscheinlich gibt es noch andere ähnliche Formen, die jetzt falsch erkannt und klassifiziert sind. Es sind dies Pilze, die zweifellos einen Übergang zwischen den Sphaeroidene und Melanconieen bilden, wie dies auch mit *Plenodomus* Preuss. = *Phomopsis* Sacc., ferner mit *Pesta-*

lozziella ambigua v. H. (in diesen Fragmenten, 1907, III. Mitt., Nr. 145) der Fall ist, wo ich auf die Übergangsstellung dieser Formen schon hingewiesen habe.

Wenn normal ganz eingewachsene typische Melanconieen ohne Spur eines Gehäuses, wie Arten der Gattung *Pestalozzia* manchmal auf harten Substraten oberflächlich werden, können sie ein ganz deutliches Gehäuse ausbilden; dasselbe kommt auch bei *Plenodomus* vor; es ist daher nicht immer leicht zu entscheiden, wohin eine derartige Form gehört; hierzu ist eine genauere Formenkenntnis nötig, durch welche es möglich wird, aus Nebenumständen das Richtige zu erschließen. Nach einzelnen Merkmalen kann die richtige Stellung einer Form mit Sicherheit nie erkannt werden.

Wie mir der direkte Vergleich von sicheren Exemplaren zeigte, ist *Harknessia uromycoides* Speg. (1880) von *H. Eucalypti* Cooke (1881) gewiß nicht spezifisch verschieden. Die beiden Arten sehen sich makro- und mikroskopisch völlig gleich und soll der Unterschied zwischen beiden nur in der Länge der Sporenstiele bestehen. Sie kommen beide auf dem gleichen Substrat und denselben Standorten vor. Es ist mir klar, daß es sich nicht einmal um Formen einer Art handelt, da die Sporenstiele in der Länge sehr variieren. Spegazzini's Name hat den Vorrang.

Sphaeropsis stictoides Earle (Syll. fung., XVIII, p. 314) ist nach der Beschreibung höchstwahrscheinlich nichts anderes als *Harknessia uromycoides* Speg.

Das gleiche vermute ich von *Melanconium Eucalypti* Mass. et Rodw. (Syll. fung., XVIII, p. 470).

Harknessia Arctostaphyli C. et H. ist eine gute selbständige Art der Gattung, von der obigen ganz verschieden.

Hingegen ist *Harknessia Tetracerae* Ell. et Ev. nach dem Originalexemplar in Plants of Pacific central America, Nicaragua, Nr. 3992 (leg. C. F. Baker, 1903, det. Ellis) ein ganz anderer Pilz.

Man findet auf beiden Blattseiten unregelmäßig rundliche, mattschwarze, 0·5 bis 1·5 *mm* breite und etwa 120 μ dicke Stromata, ziemlich gleichmäßig zerstreut, öfter zu mehreren miteinander verschmelzend. Dieselben sind scheinbar halbiert

schildförmig und ziemlich leicht ablösbar. Oben sind sie flachhöckerig oder mit radialen Wülsten oder einem Ringwulst versehen, also sehr verschieden. In der Mitte ist meist ein flacher Höcker, die fest anliegende Randpartie ist dünn und eben. Die Stromata bestehen aus einem ringförmigen, etwa 80 μ breiten Randflügel, der nach außen ganz dünn wird und aus radial verlaufenden, schwarzvioletten, dicht verwachsenen, 2 bis 3 μ breiten Hyphen besteht und einen rundlich-scheibigen Mittelteil umgibt, welcher Loculi enthält. Dieser Mittelteil zeigt an der Basis eine Art dicker Basalmembran, mit welcher er ganz oberflächlich aufsitzt. Diese Basalmembran ragt ringsum etwa 50 μ über den Mittelteil vor und wird ganz vom Randflügel bedeckt.

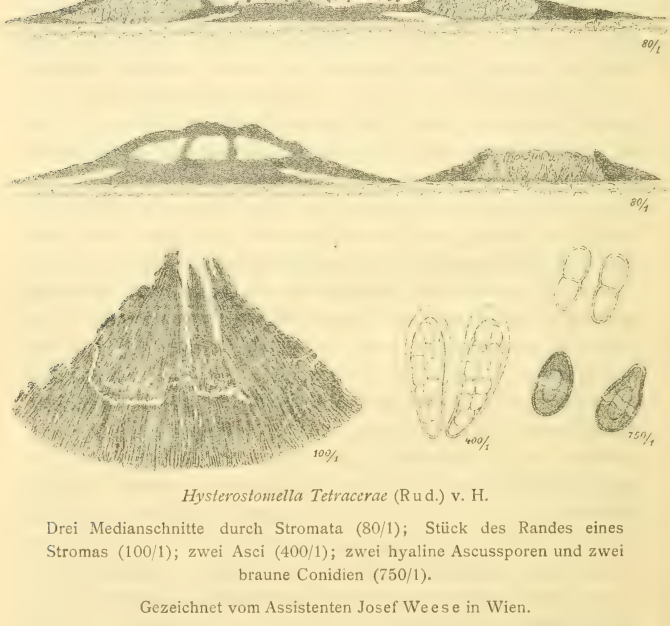
Die Stromata zeigen oben eine kohlige, opake, etwa 12 μ dicke Kruste, während die Basalschichte von ähnlicher Beschaffenheit etwa 25 μ dick ist. Es finden sich nun dreierlei Stromata vor. Solche, die nur ascusführende Loculi aufweisen, andere, die in der Mitte conidienführende Loculi zeigen, die außen ringförmig von ascusführenden umgeben sind, und endlich auch solche, die nur Conidienloculi haben.

Die Conidienloculi zeigen oft ein rundliches Ostiolum, während die Ascusloculi oben unregelmäßig aufreißen und schließlich weit geöffnet sind. Wenn die Ascusloculi die conidienführenden umgeben, zeigen die Stromata meist einen ringförmigen Wulst, der kreisförmig aufspringt. Die Randpartie der Stromata hat die Neigung, radial zu zerreißen. Das Stromagewebe ist im Mittelteile kleinzellig dicht parenchymatisch, außen radialfaserig. Der Kreisflügelrand ist außen schwach fimbriat, hie und da sieht man dickere Hyphen am Rande, welche oft kleine, halbkugelige Ausstülpungen aufweisen. Die Loculi sind meist flachgedrückt und oft nur wenig scharf, oft durch derbe, schwarze Wände voneinander getrennt. Kleine Ascusstromata zeigen oft nur einen Loculus, die größeren aber stets mehrere, aber nie viele.

Die Conidienloculi sind innen ringsum mit sehr kurzen Sporenträgern ausgekleidet, die an der Spitze je eine braunviolette, einzellige Spore tragen. Die Sporen sind eiförmig oder elliptisch, derbwandig und 13 bis 16 = 7 bis 8·5 μ groß. Sie zeigen in der Mitte einen länglichen, glänzenden Kern und einen

schmalen, hellen Gürtel, der von einer Zerreißung des Exospors herrührt.

Die Ascusloculi zeigen gewöhnlich einen weichen, bräunlichen, kleinzelligen Schlauchboden, der dicht mit dickwandigen, keuligen, oben abgerundeten, unten allmählich verschmälerten, 60 bis 70 = 16 bis 20 μ großen Asci ohne Para-



Hysterostomella Tetracerae (Rud.) v. H.

Drei Medianschnitte durch Stromata (80/1); Stück des Randes eines Stromas (100/1); zwei Asci (400/1); zwei hyaline Ascussporen und zwei braune Conidien (750/1).

Gezeichnet vom Assistenten Josef Weese in Wien.

physen bedeckt ist. Die Asci werden mit Jod blau und sind in einer festen, von ihnen gebildeten Schleimmasse eingebettet, durch deren Quellung jedenfalls das Aufreißen der Ascusloculi bewirkt wird. Die ganze Schlauchschichte hat eine gelbbräunliche Färbung. Die blaßbräunlichen, zweizeiligen Sporen liegen zweireihig und sind dünnwandig, etwa 20 = 8 μ groß, länglich-

eiförmig, an der Querwand nicht eingeschnürt, oben breiter, beidendig abgerundet. Durch die Bildung des festen Schleimes zwischen den Asci erinnert der Pilz an *Myxasterina*.

Aus dieser Beschreibung ersieht man, daß der Pilz eigentümlich gebaut ist und als Microthyriacee, Dothideacee oder Hemihysteriacee aufgefaßt werden könnte. Der radiale Aufbau der Außenschichte der Stromata, der oft bis zur Mitte reicht, sowie der kreisförmige Randflügel und das oberflächliche Wachstum sprechen für eine Microthyriacee.

Der innere Bau ist ganz so wie bei den Dothideaceen. Die ringförmige Anordnung und Öffnung der Ascusloculi spricht für seine Hemihysteriaceennatur. Man hat es hier mit einer jener vielen Übergangsformen zu tun, die oft scheinbar weit voneinander abstehende Gruppen von Pilzen miteinander verbinden.

Es ist kein Zweifel, daß die beschriebene Form am besten zu *Hysterostomella* Speg. (Sacc., Syll., IX, p. 1098), einer Hemihysteriaceengattung, paßt. Vergleicht man die Beschreibung des Typus der Gattung *H. guaranitica* Speg. mit der obigen, so erkennt man, von den Conidienloculi abgesehen, eine fast völlige Übereinstimmung.

Der Pilz ist offenbar identisch mit dem von F. Rudolphi (Linnaea, Berlin 1829, IV. Bd., p. 118; 1830, V. Bd., p. 551) als *Phacidium Tetracerae* beschriebenen, der in Saccardo, Syll. fung., VIII, p. 748, als *Coccomyces* aufgeführt wird. Nicht nur, daß die Nährpflanze *Tetracera volubilis* dieselbe ist, stammen beide auch aus demselben Florengebiete (Nicaragua, Cuba). Die Beschreibung Rudolphi's stimmt ganz gut. Daß es sich nicht um eine *Coccomyces* oder *Phacidium* handelt, geht schon daraus hervor, daß die Asci als eiförmig beschrieben werden. Fries (Linnaea, V, p. 551) rechnet ihn nur mit Zweifeln zu *Phacidium*.

Der Pilz muß daher als *Hysterostomella Tetracerae* (Rud.) v. H. bezeichnet werden und stand bisher in den Gattungen *Phacidium* (Rudolphi, 1829), *Coccomyces* (Saccardo, 1889) und *Harknessia* (Ellis et Everhardt, 1904).

Nach Spegazzini's Beschreibung hat *Hysterostomella* oberflächliche Stromata. Indessen ist es nicht sicher, daß dies wirklich der Fall ist.

Gewiß ist aber, daß die auf Farnen lebenden Arten *H. rhytismoides* Speg., *H. Alsophilae* Rac. und *H. andina* Pat. nur in der Mitte befestigte Stromata haben, die sich aus einem dünnen, eingewachsenen Hypostroma entwickelt. Es ist daher sicher, daß zwei verschiedene Gruppen von *Hysterostomella*-Arten existieren, solche mit ganz oberflächlichen Stromaten und solche mit eingewachsenem mittelständigen Hypostroma. Indessen ist die mit *H. rhytismoides* sehr nahe verwandte *H. filicina* (B. et C.) v. H. (siehe diese Fragmente, Nr. 447) an mehreren Punkten mit dem Substrat verbunden und bildet einen offenbaren Übergang zu den ganz oberflächlichen Arten. Allein schon Spegazzini rechnet die *H. rhytismoides* nur mit Zweifeln in die Gattung und es ist in der Tat sicher, daß die auf Farnen lebenden vier Arten schon durch die zahlreichen, in vielen konzentrischen Kreisen angeordneten Loculi weit von dem Typus der Gattung abweichen. Man könnte sie daher in eine eigene Gattung *(Polycyclus)* stellen, da sie zweifellos eine natürliche Gruppe von Formen bilden.

Die oben beschriebenen Conidienstromata entsprechen beiläufig der Formgattung *Poropeltis* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 390); die *Poropeltis Davillae* P. Henn. ist sogar möglicherweise identisch mit denselben. Beide kommen auf Dilleniaceenblättern vor.

466. Über **Apyrenium armeniacum** Berk. et Br.

Von diesem in Ann. and Magaz. of Nat. Hist., 1866, III. Ser., 18. Bd., p. 56, Taf. II, Fig. 2, beschriebenen und abgebildeten Pilze konnte ich das Originalexemplar aus dem Herbar Berkeley in Kew untersuchen.

Der Pilz tritt in Form von sehr kleinen, ockergelben, flachen Warzen auf morschen, entrindeten Ästen (angeblich von Eichen, wie es scheint aber von Eschen) auf und sitzt meist auf *Peniophora cinerea*, aber auch direkt auf der gebräunten Holzoberfläche.

Die Untersuchung zeigte mir, daß es sich um eine eigentümliche *Tubercularia* handelt. Dieselbe besteht aus einem gelblichen, kleinzellig-plektenchymatischen Gewebskörper, der oben mit dem Hymenium bedeckt ist, das aus dichtstehenden,

baumartig-büschelig verzweigten, meist bogig gekrümmten, etwa 40 = 1·8 μ großen Sporenträgern besteht. Die hyalinen, eilänglichen, einzelligen, 6 bis 8 = 3 bis 4 μ großen Sporen sitzen einzeln an der Spitze der Sporenträger und ihrer Zweige.

Das Hymenium ist nicht flach, sondern bis 200 μ tief, dicht eingeschnitten, gelappt; die Lappen liegen dicht aneinander, wodurch am Querschnitt fast pycnidenartige Bilder entstehen und der Bau des Pilzes an gewisse *Aschersonia*-Arten erinnert. Doch ist von eigentlichen Pycniden nichts zu sehen. Die Conidienträger sind mit abwechselnden Zweigen versehen und erinnern sehr an jene typischer *Tubercularia*-Arten; als *Dendrodochium* dürfte der Pilz weniger gut angesehen werden können. Es ist sehr wahrscheinlich das Conidienstadium einer Hypocreacee und scheint nicht wieder beschrieben worden zu sein. Doch wären *Sphacelia subochracea* Bres. (Sacc. Syll., XVIII, p. 664), *Dendrodochium gelatinosum* Karst. (X, 707) und *D. densipes* Sacc. et Ell., welche ähnliche Pilze sein dürften, damit zu vergleichen.

Der Pilz hat *Tubercularia armeniaca* (B. et Br.) v. H. zu heißen.

Ein äußerlich täuschend ähnlicher Pilz ist *Tremella versicolor* B. et Br., der auch (am selben Standort) an morschen Ästen, zum Teil auf *Peniophora nuda*, auftritt und in Ann. nat. Histor., 1854, II. Ser., 13. Bd., p. 406, beschrieben ist. Derselbe ist nach dem Originalexemplar in Rabenhorst, Fung. europ. Nr. 2203, offenbar das Conidienstadium einer *Tremella*, höchst wahrscheinlich der *Tr. mesenterica*, wie der direkte Vergleich zeigte. Die Art und Weise der Conidienbildung findet ganz so statt, wie dies Brefeld (Unters. a. d. G. d. Mykol., 1888, VII. Heft, p. 106, Taf. 7) bei *Tr. lutescens* und *Tr. mesenterica* beschreibt und abbildet. Dieser Pilz ist daher von *Apyrenium armeniacum* völlig verschieden.

467. Volutella minima v. H.

Sporodochien zerstreut, oberflächlich, weiß, meist verkehrt kegelförmig, bis 120 μ hoch, unten 30 bis 50, oben 40 bis 70 μ breit, aus parallelen, 1·5 μ breiten, dicht verwachsenen Hyphen bestehend, mit dunklen, luftführenden Querzonen.

Borsten 2 bis 6 am Grunde entspringend, hyalin, sehr dickwandig, nicht oder undeutlich septiert, stumpflich, steif, wenig verbogen, 140 bis 400 μ lang, unten 5 bis 8, oben 3 bis 4 μ dick, am Umfang der Sporodochien stehend. Sporenträger kurz, einfach, dichtstehend. Sporen zu einem rundlichen, etwa 60 μ breiten Köpfchen verbunden, nicht in Ketten, hyalin, einzellig mit zweiteiligem Plasma, gerade, länglich-stäbchenförmig, 3 bis 5 ≍ 1 bis 1·5 μ.

Auf morschen Blättern von *Pandanus* sp. zusammen mit *Nectria ignia* v. H. im Walde von Tjibodas, Java 1908.

Eine minutiöse, auch mit der Lupe nicht sichtbare Form, die sehr der *Volutina concentrica* P. et Sacc. ähnelt, jedoch konnte ich mich von einer Anordnung der Sporen in Ketten nicht überzeugen. Die Querzonen, welche infolge des verschiedenen Luftgehaltes der einzelnen Schichten sehr hervortreten, sind offenbar Zuwachszonen der Sporodochien.

Namenverzeichnis.

Seite

Acanthostigma minutum Fckl. 1499
» *mirabile* v. H. 1494
» *nectrioideum* P. et S. 1498
Acanthostigmella orthoseta v. H. 1502
» *Zahlbruckneri* (Str.) v. H. 1503
Acanthostigmina v. H. 1499
Acanthothecium mirabile Speg. 1494
Aleurina marchica (Rehm) S. et Syd. 1526, 1527
» *olivacea* (Batsch.) v. H. non Pat. 1526
Agaricus acicola Jungh. 1465
Antennaria scoriadea Berk. 1490, 1492
Antennularia ericophila (Link.) Reichenb. 1493
» *Rhododendri* (Kze.) v. H. 1493
Anthostoma marginato-clypeata (P. et S.) v. H. 1487
» *sphaerotheca* Earle 1487
Anthostomella Cecropiae (Rehm.) v. H. 1511
» *(Astrocystis) mirabilis* (B. et Br.) v. H. 1498
Apiosporium Rhododendri 1492
Apyrenium armeniacum B. et Br. 1542
Asterella verruculosa Syd. 1482
Asterina Puiggari Speg. 1482
» *subreticulata* Speg. 1481
» *vagans* Speg. 1481
Auerswaldia Arengae Rac. 1512
» *Baccharidis* Pat. 1510
» *bambusicola* Speg. 1514
» *Cecropiae* P. Henn. 1468, 1511
» *Chamaeropsis* (Cke.) Sacc. 1511
» *clypeata* Wint. 1514
» *densa* B. et S. 1514
» *disciformis* Wint. 1511, 1513

Seite

Auerswaldia examinans (M. et B.) Sacc. 1513
» *Fiebrigii* P. Henn. 1514
» *Guilielmae* P. Henn. 1514
» *Leandrae* Syd. 1514
» *maxima* Mass. 1514
» *Miconiae* P. Henn. 1511
» *microthyrioides* P. Henn. 1514
» *nectrioides* Rehm 1514
» *palmicola* Speg. 1512, 1513
» *Pringlei* (Peck.) Sacc. 1514
» *puccinioides* Speg. 1512
» *Puttemansii* P. Henn. 1514
» *quercicola* P. Henn. 1511
» *quercina* G. Cam. 1514
» *rimosa* Speg. 1511
» *scabies* (K. et C.) Sacc. 1514
Balladyna amazonica n. sp. 1467
» *Gardeniae* Rac. 1468
» *Medinillae* Rac. 1469
Belonidium Schnablianum Rehm 1518
Bombardia Fr. (Char. emend. v. Höhnel) 1486
» *botryosa* (P. et S.) v. H. 1486, 1487
» *brachyura* Mout. 1486
» *fasciculata* Fr. 1485
» *Pulvis-pyrius* (P. et S.) v. H. 1487
Calosphaeria abnormis (Fr.) v. H. 1507
Capnodium scoriadeum (Berk.) v. H. 1492
Catharinia tetraspora n. sp. 1504
Catinella olivacea (Batsch.) Boud. 1527
Clavaria muscicola Pers. 1462
» *muscigena* Karst. 1462
Clypeolum Talaumae Rac. 1485
Coccochora n. gen. 1513, 1514
» *quercicola* (P. Henn.) v. H. 1513
Coleroa Straussii (Sacc.) v. H. 1494
Conoplea sphaerica Pers. 1536
Coronophora Fckl. 1507

Seite

Coronophorella chaetomioides (P. et S.) v. H. 1507
Cryphonectria gyrosa (B. et Br.) Sacc. 1480
Cryptosphaerella Sacc. 1507
Cyclodomus n. gen. 1527
» *Umbellulariae* n. sp. 1528
Cystotheca Wrightii B. et Curt. 1466, 1469
Dasyscypha mellina (P. et S.) v. H. 1525
Dendropogon stygium 1490
Dermatea carpinea (P.) 1521
» *eucrita* Karst. 1520
» *(Pezicula) parasitica* (Wint.) v. H. 1524
Dermatina javanica v. H. 1519
Diaporthe parasitica Murrill. 1480
Didymascina v. H. 1501
Didymosphaeria Rhois Feltg. 1502
» *rhytidosperma* Speg. 1502
» *scabrispora* n. sp. 1501
» *striatula* P. et S. 1502
Dothidasteroma n. gen. 1509
» *Pterygotae* (B. et Br.) v. H. 1510
Dothidea examinans Mont. et Berk. 1510
Enchnoa chaetomioides Penz. et Sacc. 1505, 1507
» *Friesii* Fckl. 1507
» *mucida* Starb. 1507
Endobotrya elegans B. et C. 1534
Endobotryella oblonga (Fckl.) v. H. 1536
Endothia gyrosa (Schw.) Fckl. 1473
Englerula Medinillae (Rac.) v. H. 1469
Eocronartium muscigenum (Karst.) v. H. 1463
» *typhuloides* Atk. 1463
Eriosphaeria ambigua v. H. 1490, 1496
» *calospora* Speg. 1497
» » » var. *infossa* Starb. 1498
» *euchaeta* (P. et S.) v. H. 1496
Eutypa hydnoidea (Fr.) v. H. 1465
Fabraea? Melastomacearum Speg. 1523
Harknessia Arctostaphyli C. et H. 1538

Seite

Harknessia Eucalypti Cke. 1537
» *Tetracerae* E. et E. 1538
» *uromycoides* Speg. 1538
Humaria marchica Rehm 1525, 1527
Humaria olivacea (Batsch.) Quel. 1525, 1527
Hydnum aterrimum Fr. 1464, 1465
Hyperomyxa stilbosporoides Cda. 1535
Hypocrea longicollis Penz. et Sacc. 1481
Hypocreopsis? moriformis Starb. 1481
Hypomyces chromaticus B. et Br. 1477
Hysterodothis n. gen. 1513, 1514
» *rimosa* (Speg.) v. H. 1513
Hysteropsis laricina v. H. 1518
Hysterostomella Alsophilae Rac. 1542
» *andina* Pat. 1542
» *filicina* (B. et Br.) v. H. 1516, 1542
» *guaranitica* Speg. 1517, 1541
» *rhytismoides* Speg. 1515, 1542
» *spurcaria* (B. et Br.) v. H. 1517
» *Tetracerae* (Rud.) v. H. 1539, 1541
Jola javensis Pat. 1463
Karschia olivacea (B.) Rehm 1525, 1527
» *patinelloides* (S. et R.) Sacc. 1521
Lembosia breviuscula P. et S. 1514
» *diffusa* Wint. 1514
Leptosphaeria (Astrosphaeria) Trochus (P. et S.) v. H. 1498
Leptosphaeria (Pocosphaeria) Zahlbruckneri Str. 1502
Massaria berberidicola Otth. 1504
» *bihyalina* n. sp. 1503
» *marginata* Fckl. var. *aquilana* Sacc. 1504
Melanconium Eucalypti Mass. et Rodw. 1538
Melchioria leucomelaena P. et S. 1487, 1490
Meliola cladotricha Lév. 1470
» *octospora* Cke. 1469
» *penicillata* Lév. 1470
Melittiosporium Schnablianum (Rehm.) v. H. 1519
Micropeltis asterophora B. et Br. 1482

Seite

Micropeltis bambusicola P. Henn. 1482
» *bambusina* v. H. 1482
» *leucoptera* P. et S. 1483
» *macropelta* P. et S. 1483
» *orbicularis* Cke. 1484
Mollisia betulicola (Fckl.) Rehm 1522
» *parasitica* (Wint.) Sacc. 1524
Morenoëlla breviuscula (P. et S.) v. H. 1515
» *gedeana* Rac. 1514
Mycena stylobates P. var. *acicola* (Jungh.) 1466
Mycoglaena elegans (B. et C.) v. H. 1518
Myrmaeciella Caraganae v. H. 1481
» *endoleuca* (Sacc.) Lind. 1481
Myxasterina subreticulata (Speg.) v. H. 1481
Nectria Anacardii P. Henn. 1474
» *bulbicola* P. Henn. 1473
» *coccinea* (P.) 1473
» *ditissima* Tul. 1473
» *eustoma* P. et S. 1474
» *fallax* Rick. 1474
» *fructicola* Zim. 1473
» *gyrosa* B. et Br. 1473, 1479
» *hypocreoides* B. et C. 1471, 1473, 1474
» *ignia* v. H. 1471, 1475, 1544
» *mammoidea* Plowr. 1476
» *(Creonectria) ochroleuca* (Schw.) Seaver. 1473
» *(Dialonectria) oculata* n. sp. 1475
» *pallidula* Cke. 1473
» *prorumpens* Rehm 1473
» *(Creonectria) seminicola* Seaver. 1473
» *sanguinea* Sibth. var. *corallina* Bres. 1473
» *sordida* Speg. 1474
» *Strelitziae* P. Henn. 1473
» *subquaternata* B. et Br. 1473
Nectriella tornata v. H. 1470, 1475
Niptera parasitica Wint. 1523
Orbilia mollisioides n. sp. 1521

Seite

Patellaria (Mollisia) olivacea B. et Br. 1525, 1527
Patinella olivacea (Batsch.) Sacc. 1527
Pestalozziella ambigua v. H. 1538
Peziza fuscocarpa E. et Holw. 1527
Peziza olivacea Batsch. 1525, 1527
Phacidium elegans B. et C. 1518
» *Tetracerae* Rud. 1541
Phaeochora n. gen. 1513, 1514
» *Chamaeropsis* (Cke.) v. H. 1513
Phaeodomus n. gen. 1529
» *Lauracearum* v. H. 1529
Phaeopezia marchica (Rehm.) Sacc. 1527
» *tahitensis* Pat. 1527
Phyllachora cocoicola P. Henn. 1512
Phylloporina Müll. Arg. 1482
Physalospora Cecropiae Rehm 1511
Physmatomyces melioloides Rehm. 1524
Platysticta simulans Cke. et Mass. 1519
Plenodomus Rabenhorstii Fr. 1529
Podospora Ces. (Char. emend. v. Höhnel) 1486
» *sepulta* (Boud.) v. H. 1486
Polyblastia acuminans Nyl. 1518
Polystomella pulcherrima Speg. 1481
Poropeltis Davillae P. Henn. 1542
Pseudopeziza cantareirensis P. Henn. 1524
» *sanguinolenta* Speg. 1524
Psilopezia myrothecioides B. et Br. 1527
Puccinia Streptanthi n. sp. 1461
Raciborskiella orbicularis (Cke.) v. H. 1485
» *Talaumae* (Rac.) v. H. 1485
Racodium turfaceum var. *cornutum* Pers. 1464, 1465
Radulum aterrimum Fr. 1464, 1465
Rhizina nigro-olivacea Curr. 1525, 1527
Rhytisma constellatum B. et C. 1485, 1516
» *filicinum* B. et Br. 1515
» *Pterygotae* B. et Br. 1508, 1510
» *spurcarium* B. et Br. 1485, 1516

Seite

Rosellinia (Amphisphaerella) marginato-clypeata P. et S. 1486
» *(Coniomela) Pulvis-pyrius* P. et S. 1487
Saccardoëlla transylvanica Rehm 1519
Schizothyrella quercina (Lib.) Thüm. 1522, 1533
» *Sydowiana* Sacc. 1531, 1532
Scolecopeltopsis aeruginea (Zimm.) v. H. 1484
» *transiens* v. H. 1483, 1484
Scolecosporium Typhae (Oud.) v. H. 1537
Sirozythiella n. gen. 1532
» *Sydowiana* (Sacc.) v. H. 1532
Solenopezia mellina P. et S. 1524
Sordaria botryosa P. et S. 1485
Sphaeria abnormis Fr. 1507
» *floccosa* Fr. 1507
» *sepulta* Boud. 1486
Sphaerodothis Sacc. et Syd. (Char. emend. v. Höhnel) 1513, 1514
» *Arengae* Sacc. et Syd. 1513
Sphaeronaema? hydnoideum Fr. 1464, 1465
Sphaeropsis stictoides Earle 1538
Sphaerotheca Wrightii (B. et C.) v. H. 1467
Synglonium insigne P. et S. 1515
Thyrsidiella lignicola v. H. 1536
Thyrsidina carneo-miniata v. H. 1536
Torula Rhododendri Kze. 1492
Tremella versicolor B. et Br. 1543
Trichopeltopsis reptans (B. et C.) v. H. 1483
Trichosperma aeruginosa n. sp. 1530
Trichothyrium asterophorum (B. et Br.) v. H. 1482
Tubeufia coronata P. et S. 1479
» *Helicomyces* n. sp. 1477
» *javanica* P. et S. 1479
Tympanopsis coelosphaerioides P. et S. 1510, 1513
Typhula culmigena M. et F. 1464
» *Grevillei* Fr. 1462, 1464
» *gyrans* (Batsch) 1462
» *muscicola* Fr. 1462
Valetoniella n. gen. 1499

Seite

Valetoniella crucipila v. H. 1474, 1500
Valsonectria parasitica (Mur.) Rehm 1480
Venturia calospora (Speg.) v. H. 1498
» *euchaeta* P. et S. 1496
Verrucaria subcoerulescens Nyl. 1518
Volutella minima v. H. 1475, 1543
Winteria coerulea E. et Ev. 1518

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVIII. BAND. X. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Beiträge zur Morphologie und Physiologie der epiphytischen Orchideen Indiens

von

Friedrich Czapek.

Botanische Ergebnisse der im Jahre 1907 mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie ausgeführten Reise nach Java und Britisch-Indien Nr. VI.

(Mit 7 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. November 1909.)

Die modernen systematisch-anatomischen Arbeiten über die Orchideen, besonders jene von Pfitzer[1] und seinen Schülern (Möbius,[2] Weltz,[3] Meinecke[4] u. a.), haben erwiesen, wie mannigfaltig die Struktur der Vegetationsorgane bei dieser großen Ordnung ist, so daß sich gebieterisch die Notwendigkeit geltend machte, bei den Bemühungen, das Orchideensystem auszubauen, nicht nur die Blütenverhältnisse zu berücksichtigen, wie dies schon von Bentham-Hooker mustergültig geschehen war, sondern auch die Anatomie der Vegetationsorgane ausgiebig heranzuziehen. An der Hand des reichen Materials, welches die Orchideenhäuser der großen

---

[1] E. Pfitzer, Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen. Heidelberg 1881.

[2] M. Möbius, Über den anatomischen Bau der Orchideenblätter und dessen Bedeutung für das System dieser Familie. Pringsheim, Jahrbücher, Bd. XVIII, p. 530, 1887.

[3] M. Weltz, Zur Anatomie der monandrischen sympodialen Orchideen. Heidelberg 1897 (Referat Beihefte Botan. Zentralbl., Bd. VIII, p. 304).

[4] Meinecke, Beiträge zur Anatomie der Luftwurzeln. Flora, Bd. 78, p. 133, 1894. Vgl. auch P. Tominski, Die Anatomie des Orchideenblattes in ihrer Abhängigkeit von Klima und Standort. Dissertation, Berlin 1905.

europäischen Gärten heute zur Verfügung stellen, war es in der Tat möglich, die größere Zahl der natürlichen Hauptgruppen der Orchidaceen durch anatomische Merkmale zu charakterisieren. Doch bleiben viele Unbestimmtheiten, die sich auch bei der Untersuchung des Gewächshausmaterials kaum ausgleichen lassen werden, da in so vielen Fällen die Provenienz der Pflanzen und noch viel häufiger die klimatischen Bedingungen, unter welchen die betreffenden Arten in ihrem Heimatlande gedeihen, viel zu wenig bekannt sind. So mußte in den an europäischem Gartenmaterial angestellten Arbeiten die Entscheidung, inwieweit die gefundenen anatomischen Charaktere den adaptiven Merkmalen oder den erblichen Abstammungscharakteren angehören, oft unterbleiben, und die Resultate waren wesentlich nur von systematischem Interesse.

Erst seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts konnten die Forschungsreisen physiologisch trefflich geschulter, hervorragender Botaniker in die Tropenländer nach und nach uns eine richtige Vorstellung vom Zusammenhang der morphologischen Verhältnisse der Orchideen mit dem Klima ihrer Heimat, besonders für die so zahlreichen interessanten epiphytischen Formen verschaffen. Vor allem waren Schimper's[1] wertvolle Untersuchungen über die westindischen und kontinental-amerikanischen Epiphyten hierin von Bedeutung, durch die wir zum erstenmal eingehend über die Vegetationsbedingungen der epiphytischen Orchideen in jenem Lande, das uns die geschätztesten Glashausorchideen geliefert hat, orientiert worden sind.

Die altweltlichen Arten sind lange nicht so eingehend studiert worden. Am besten gewinnt man eine Vorstellung über die Verhältnisse der altweltlich-tropischen Orchideenflora wohl aus den trefflichen Schilderungen Raciborskis,[2] aus den verschiedenen Florengebieten Javas. Notizen über die Orchideen

---

[1] Schimper, Über Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. Botan. Zentralbl., Bd. 17, p. 192, 1884; Die epiphytische Vegetation Amerikas, Jena 1888.

[2] M. v. Raciborski, Biologische Mitteilungen aus Java. Flora, Bd. 85, p. 325 (1898).

in den nordindischen Gebirgen, welche von Gamble stammen, hat Schimper wiedergegeben.

So wie das Studium der physiologischen Anatomie der epiphytischen Orchideen an unserem Gewächshausmaterial erheblichen Schwierigkeiten begegnet, so ist auch das experimentell-physiologische Arbeiten an diesem meist mehr oder weniger deutlich pathologischen Material schwierig und vielfach ganz aussichtslos. Man müßte mindestens jene Arten, welche in unseren kultivierten Exemplaren annähernd normal gedeihend vorhanden sind, sicher durch Vergleich mit wildlebenden Individuen auf ihre Verläßlichkeit prüfen, um mehr Vertrauen zu diesen Versuchsobjekten zu gewinnen.

Nach allerlei derartigen Erfahrungen faßte ich den Entschluß, meinen Aufenthalt in den indischen Tropen soweit als möglich zur Überprüfung und Erweiterung der vorliegenden physiologischen Erfahrungen über epiphytische Orchideen auszunützen und suchte in erster Linie es zu erreichen, die wildlebenden epiphytischen Orchideen auf ihren natürlichen Standorten genau kennen zu lernen und so weit als möglich experimentell zu bearbeiten. Ceylon war zur Zeit meines Aufenthaltes (Oktober) nirgends zum Studium der Orchideen sehr günstig. Die Epiphyten treten auf dieser Insel trotz des Vorkommens der verschiedensten Typen und Formen im Vergleich zum äquatorialen, feuchten Klima Holländisch-Indiens noch ziemlich zurück. Java lieferte mir später das reichhaltigste Material für meine Untersuchungen. Zur Orientierung über die in Java vorkommenden Orchideen leistete mir in der ersten Zeit meines Aufenthaltes das ausgezeichnet geordnete, in den Bestimmungen der Arten durch den trefflichen Orchideenforscher J. J. Smith in Buitenzorg stets genau kontrollierte Orchideenquartier des Buitenzorger botanischen Gartens die besten Dienste. Ein Teil meiner Versuche über Reizbarkeit der Orchideenluftwurzeln wurde in diesem Teile des botanischen Gartens an den kultivierten Exemplaren angestellt. Doch sah ich bald, daß selbst hier viele Orchideen bei der gleichmäßigen Behandlungsweise (sie sind sämtlich auf Stämme der *Plumiera acutifolia* aufgebunden), ihre natürlichen Wachstumsverhältnisse nicht zeigen. Deshalb mußte ich insbesonders die Studien über

die Beziehungen der Tropismen zur Lebensweise, vor allem zur Wasserversorgung der epiphytischen Orchideen, hier abbrechen und mich ausschließlich an die wildlebende epiphytische Orchideenflora wenden.

Im botanischen Garten zu Buitenzorg bietet vor allem das Lauraceenquartier und das ausgedehnte Lianenquartier auf der Insel des Tjiliwong reichlich Gelegenheit zum Studium wilder Orchideen, die hier in verschiedenen Formen vorkommen. Raciborski (l. c.) hat treffend die Grundzüge der Verbreitung der javanischen Orchideen auseinandergesetzt und die Flora der heißen, zur Zeit des Ostmonsuns regenarmen niederen Regionen, besonders Zentraljavas, mit der Orchideenflora der regenreichen Gebirge verglichen. Erstere mit ihren *Vanda-*, *Renanthera-* und *Aerides-*Arten ist die Heimat der monopodialen Formen, vor allem aus der Gruppe der Aerideen. Diese Formen entsprechen dem »Mechanischen Typus« im Aufbau der Vegetationsorgane, wie ihn Krüger[1] genannt hat, mit starren Blättern, dicker Cuticula und starker Entwicklung des mechanischen Gewebes. Es ist unrichtig, daß solche Orchideen, wie Krüger auf Grund von Literaturangaben, ohne eigene Anschauung zu besitzen, annahm, daß solche Formen nackte Felsen und trockene Grashügel bewohnen. Raciborski hat genügend hervorgehoben, daß es sich meist um Epiphyten handelt, die moosfreie glatte Baumrinden bewohnen und grüne Assimilationswurzeln besitzen. Dies die Orchideenflora der Niederungen in Zentraljava, aber auch in der trockeneren Hügelzone im Nordosten von Buitenzorg und sodann besonders auch in Ostjava, wo ich das Tenggergebirge nach Epiphyten näher studiert habe. In diese Orchideenflora gehören die beliebtesten und schönstblühenden javanischen Orchideen, wie *Phalaenopsis amabilis,* sodann die mehr der unteren Gebirgszone als Übergangsgebiet angehörende schöne *Vanda tricolor,* endlich auch das *Dendrobium crumenatum* und verschiedene andere, mehr fleischige *Dendrobium*-Formen, die die sympodialen Orchideen aus dieser Flora repräsentieren.

---

[1] P. Krüger, Die oberirdischen Vegetationsorgane der Orchideen in ihren Beziehungen zu Klima und Standort. Flora 1883, p. 435.

In Buitenzorg finden sich einige charakteristische Formen, welche in diese biologische Gruppe hineingehören. Außer dem erwähnten, so häufigen *Dendrobium crumenatum,* welches in bezug auf seine Befestigung auf glatten Baumrinden bereits wenig anspruchsvoll ist und dem merkwürdigen blattlosen *Taeniophyllum Zollingeri,* welches so häufig die glatten Palmenstämme mit seinen flachen Assimilationswurzeln überkleidet, ist *Acriopsis javanica,* die sich gleichfalls nicht selten im Buitenzorger Lianenquartier findet, ein Angehöriger dieser xerophytischen Orchideenformation, ferner die im Lauraceenquartier beobachtete *Luisia teretifolia* und manche andere Formen.

Diese Xerophytenformation ist aber in dem feuchten Klima Buitenzorgs nicht rein vorhanden, obwohl noch trefflich gedeihend, sondern ist bereits stark untermischt mit sympodialen Orchideen, welche der hygrophilen Formation angehören, wie *Bolbophyllum* und *Polystachya.* Rein lernte ich die hygrophile Gebirgsflora der epiphytischen Orchideen später an den Abhängen des Pangerango und Gedeh bei Tjibodas kennen. Hier sitzen alle Orchideen mit ihrem Wurzelgeflecht tief in der reichen Moosdecke, ohne daß die Wurzeln hervorragen würden, von den dicken langen Sucherwurzeln der *Vanda* oder *Renanthera* ist hier nicht mehr die Rede. Nur bei einem Exemplar von *Coelogyne miniata* im Walde unweit des Laboratoriums von Tjibodas sah ich lange nackte Luftwurzeln entwickelt. Dies war so auffallend, daß ich die Pflanze mitnahm, um diesen in jener Gegend seltenen Befund näher zu untersuchen. Um Tjibodas besteht die epiphytische Orchideenflora größtenteils aus sympodialen Orchideen, wie *Coelogyne, Liparis, Appendicula,* einzelnen *Dendrobium*-Arten, darunter *Dendrobium Hasseltii* mit schönen roten Blüten, *Dendrochilum, Oberonia.* Von monopodialen Formen fiel mir ein *Saccolabium* auf, bei dem aber die Wurzeln gleichfalls dünn und im Moose verborgen waren. Die feuchten Waldschluchten des Salakgebirges bei Buitenzorg gehören hinsichtlich ihrer epiphytischen Orchideenflora gleichfalls bereits zu der »*Coelogyne*-Region« Raciborski's, trotz der relativ geringen Höhenlage. In dem etwas regenärmeren Gebirge um Garut, dem vulkanumkränzten,

bekannten, lieblich gelegenen Orte im Südosten der Preanger Regentschaften, tritt *Vanda tricolor* häufig auf. Weder die Gebirge der Zentralprovinz von Ceylon noch die Regionen des Südabhanges des Himalaya, die ich um Darjeeling kennen lernte, noch auch das Khasyagebirge in Assam, zeigten mir in der Zusammensetzung ihrer epiphytischen Orchideenflora den ausgeprägt hygrophilen Charakter wie die höheren Gebirge von Westjava, mit denen wohl auch die sumatranischen Gebirge im Padanghochlande übereinstimmen dürften, welche ich aus eigener Anschauung allerdings nicht kenne.

Dank den umfassenden ausgezeichneten Untersuchungen, die wir besonders durch Schimper über die amerikanischen Epiphyten besitzen, ist die Art des Vorkommens und die ökologische Anatomie der xerophytischen Orchideen, zu denen die amerikanischen Orchideen größtenteils gehören, recht gut bekannt. Diese Formen zählen teils zu dem »succulenten Typus« P. Krüger's mit dicken, fleischigen Blättern, jedoch ohne nennenswerte Entwicklung des mechanischen Gewebesystems, teils zum »mechanischen Typus« desselben Autors, der sich durch besondere Starrheit der Blätter und reiche Entwicklung des mechanischen Gewebesystems auszeichnet. Relativ weniger ist hingegen die Gruppe der hygrophilen Urwaldorchideen untersucht, deren biologische Charakterzüge von Schimper nur gelegentlich hervorgehoben werden.

Die genauere Kenntnis der ökologischen Einrichtungen bei den typischen Regenwaldorchideen ist aber in mehrfacher Hinsicht sehr erwünscht. Sie bildete aus mehreren Gründen ein Ziel meiner in den javanischen Gebirgen angestellten Untersuchungen. Schimper hat an verschiedenen Stellen seiner Schriften überzeugende Gründe dafür beigebracht, daß sich echte Epiphyten nur an Lokalitäten, welche hinreichend leichte Versorgung mit Wasser gestatten, als biologische Anpassungsform herausbilden konnten. Dazu ist wohl kein geeigneterer Ort denkbar, als die äußerst regenreichen, mit höchst gleichmäßigem Klima versehenen Waldgebiete im Äquatorialgürtel der Erde. Welche Formen es waren, aus denen die echten Epiphyten, »Protoepiphyten«, wie sie Schimper nennt, wahre Epiphyten im Sinne Went's, welche die zu ihrer Ernährung

erforderlichen Stoffe ausschließlich aus der Rinde ihres Baumsubstrates und aus der Atmosphäre nehmen, läßt sich kaum mit voller Sicherheit sagen. Da sich in der Gattung *Vanilla* echte Lianen aus der Gruppe der Wurzelkletterer noch vorfinden, welche im feuchtheißen Gebiet einheimisch sind, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß, wie Went[1] und andere Forscher vermuten, *Vanilla* einen sehr ursprünglichen Typus der epiphytischen Orchideen darstellt, aus dem sich durch Annahme der epiphytischen Keimungsweise, Unterdrückung der anfänglich vorhandenen Bodenwurzelbildung das wahre Epiphytentum phylogenetisch herausgebildet hat. Die Araceen zeigen uns auch heute nicht wenige Fälle, in denen die Pflanzen in ihrem Jugendzustand Wurzelkletterer sind, später aber zu wahren Epiphyten werden, indem ihre ältesten Teile, welche die Verbindung mit dem Boden herstellen, zugrunde gehen und nun ausschließlich die auf der Rinde sich ausbreitenden Nährwurzeln die Funktion der Wasser- und Mineralstoffaufnahme übernehmen.

Auf diese Art konnten die epiphytischen Orchideen zuerst im Regenwaldklima entstehen und nach und nach durch Steigerung ihrer Anpassung an periodisch schwierige Wasserversorgung denjenigen Formen den Ursprung geben, welche die durch mehr oder weniger lange Trockenheitsperioden ausgezeichneten subtropischen und tropischen Gebiete bewohnen. Es spricht alles dafür, daß die xerophytischen Orchideen Anpassungsformen an temporär trockenes Klima sind, welche bis zu einem gewissen Grade trefflich dazu befähigt sind regenarme Zeiten zu überdauern. Allerdings, viele Monate lang währende Trockenzeiten, wie sie für die Wüstengebiete der kontinentalen Zone charakteristisch sind, welche das Verbreitungsgebiet der epiphytischen Orchideen nach Norden zu abschließen, konnten selbst die extremen xerophytischen Anpassungsformen der Orchideen nicht mehr ertragen, und so war die Verbreitungsgrenze der epiphytischen Orchideen wohl ausschließlich durch die ausgesprochenen trockenen Klimate, nicht aber durch niedere Wintertemperaturen gegeben. Ich

[1] F. A. F. C. Went, Annales Jardin Buitenzorg, Tome XII (1895).

sehe hierfür einen weiteren Beweis in der pflanzengeographischen Tatsache, daß in jenen Gebieten, welche ein regenreiches Klima haben und nicht durch trockene Zonen von dem äquatorialen Verbreitungsgürtel der Orchideen getrennt sind, einzelne Arten von epiphytischen Orchideen weit nach Norden, bis in die kalttemperierte Zone vordringen. So sehe ich bei Schimper[1] erwähnt, daß in dem feuchten Klima von Japan im Süden noch eine Reihe von epiphytischen Orchideen sich findet, wie *Luisia teres, Dendrobium moniliferum, Malaxis japonica, Sarcochilus japonicus.* Die erwähnte *Malaxis* dringt selbst noch in die feuchten, winterkalten Waldgebiete von Nordjapan vor. In diesem Gebiete finden sich bemerkenswerterweise zahlreiche wurzelkletternde Lianen, z. B. *Evonymus* und *Hedera.* Ähnlich hat auch das kühlfeuchte Klima Neuseelands eine Flora epiphytischer Orchideen.

Hygrophile epiphytische Orchideen.

Bei dem Gebirgslaboratorium von Tjibodas findet sich die Orchideenflora des Gedehgebietes reich entwickelt und es ist daselbst nicht schwer, ein richtiges Bild von dem Charakter der hygrophilen Epiphyten aus der Familie der Orchideen zu gewinnen. Die daselbst vorkommenden Arten sind meist kleine, höchstens mittelgroße Formen mit sympodialer Achse, reich ausgebildetem Scheinknollensystem und dünnen Blättern. Die Luftwurzeln sind unter der üppigen Moosdecke verborgen, ziemlich dünn, weiß und ragen nie über ihr Substrat in die freie Luft weit hinaus. Am wenigsten Transpirationsschutz zeigt derjenige Orchideentypus aus den Urwäldern von Tjibodas, welcher durch die Gattungen *Liparis, Oberonia, Dendrochilum,* auch *Coelogyne* und andere ähnliche Formen repräsentiert wird. Hier sind als xerophile Einrichtungen eigentlich nur die Scheinknollen sowie von anatomischen Charakteren die reichliche Ausbildung von Spiraltracheidenzellen und Schleimzellen anzusehen. Die Spaltöffnungen zeigen ihre Schließzellen in gleicher Höhe mit den benachbarten Epidermiszellen. Die

[1] Schimper, Pflanzengeographie (1898), p. 516.

Cuticula der Blattoberseite und Unterseite ist nur mäßig entwickelt. Als Beispiele gebe ich die anatomische Untersuchung einiger Formen aus diesem biologischen Typus.

Eine epiphytische *Liparis*-Art von Kandang Batak besaß große Scheinknollen und ein lockeres Luftwurzelgeflecht. In den Blättern waren zerstreute Tracheidenzellen zu sehen. Die Schließzellen der Stomata mit den Epidermiszellen auf gleicher Höhe. In den Scheinknollen waren alle Zellen mit dicht spiralig gestreifter Wand versehen. Außerdem große Schleimzellen mit Schraubenbändern. Die Cuticula war relativ dick. Die Luftwurzeln waren lang; 1 *mm* im Durchmesser. Ein Velamen war nicht vorhanden. Die Wurzelrindenzellen besaßen dünn spiralig gezeichnete Wände.

Die gleichfalls epiphytische *Liparis latifolia,* welche ich bei Tjiburrum sammelte, bildet kräftige Pflanzen mit dickeren, spärlicheren, 2 *mm* im Durchmesser haltenden Luftwurzeln. Das Velamen war einschichtig, Wurzelhaare vorhanden. Die Endodermis bestand aus ziemlich dünnwandigen großen Zellen, welche die Phloroglucinreaktion wie gewöhnlich gaben. Die Phloroglucinreaktion griff stellenweise in die Wurzelrinde über. In der Wurzelrinde lagen einzelne Schleimzellen mit verholzter Wand. Die schlanken Scheinknollen führten Spiralzellen und enthielten kein Sklerenchym. Die Blätter waren sehr breit und lang, enthielten viele Spiralzellen, die Stomata waren nicht eingesenkt.

Oberonia imbricata Lindl. aus dem Urwald oberhalb Tjibodas hatte sehr dünne Luftwurzeln. Das Velamen war nur einschichtig, ohne deutliche Spiralfasern. Die Wurzelrinde war drei bis vier Zellschichten stark. Die äußeren Rindenschichten waren chlorophyllführend und in der Rinde waren Schleimzellen eingestreut, mit verholzter Membran. Das Gewebe des Stammes enthielt viele Schleimzellen und unverholzte Tracheidenzellen. Das Assimilationsgewebe der reitenden Blätter war kleinzellig und umschloß ein zentrales, großzelliges Gewebe, welches Spiralfaserzellen führte. Die Spaltöffnungen waren nicht eingesenkt.

Außer Formen, welche gleich den angeführten sich durch reichliche Entwicklung des Schleim- und Spiralfaserapparates

auszeichnen, hingegen keine Vorhofspalten und Cuticularverdickung der Blätter zeigen, finden sich aber um Tjibodas auch Orchideen, welche härtere Blätter von den gewöhnlichen Xerophytenmerkmalen besitzen. Hierher gehören *Dendrobium*-Arten, *Appendicula*, ferner besonders *Saccolabium*.

Ähnliche hygrophile Formen herrschen in der Umgebung von Buitenzorg, soweit sich aus meinen mitgebrachten Proben schließen läßt, auch noch in den feuchten Schluchten unterhalb des Salakkraters vor. In Buitenzorg selbst kommen die rein hygrophilen Formen nicht mehr in dem Maße zur Geltung. Von den bei Buitenzorg beobachteten Formen scheint sich am besten jener Typus an die rein hygrophilen Orchideen anzuschließen, welcher durch Bolbophyllum und ähnlich aussehende Formen dargestellt wird. Bei einer im botanischen Garten zu Buitenzorg häufig vorkommenden Bolbophyllumart, deren Bestimmung mir entfallen ist, sind die Scheinknollen sehr dichtstehend, förmliche Ballen bildend. Nach unten zu zeigen diese Scheinknollen dicke Wurzeln. Zwischen den Scheinknollen ragen viele feine aufrechte Luftwurzeln hervor, so daß wir hier von einem Wurzelnest sprechen können, wie es dann in extremer Ausbildung bei der bekannten Riesenorchidee *Grammatophyllum speciosum* wiederkehrt. Die im Moose verborgenen dicken Luftwurzeln unserer *Bolbophyllum*-Art haben ein dreischichtiges Velamen, dessen äußerste Zellschichte Wurzelhaare trägt, deren Wand die Phloroglucinreaktion gibt. Die Rindenparenchymzellen sind netzfaserig verdickt und verholzt. Die dünnen Nestwurzeln haben ein ein- bis dreischichtiges Velamen und zeigen nur sehr wenig verholztes Gewebe. Ein Nest von aufrechten Wurzeln zwischen den Scheinknollen fand ich auch bei dem im Orchideenquartier kultivierten *Bolbophyllum penduliscapum* J. J. Sm. Die Scheinknollen besitzen eine dicke Cuticula und enthalten zahlreiche Schleimzellen. Die Blätter sind flach und fleischig, haben ein zentrales, großzelliges, chlorophyllarmes Mesophyll und beiderseits ein kleinzelliges Assimilationsgewebe. Unterhalb der Epidermis beider Blattseiten sind in regelmäßigen Abständen Bündel von Bastfasern verteilt. Stomata nicht eingesenkt, auf beiden Blattseiten ausgebildet. Von dieser Orchidee untersuchte

ich auch die reichlich vorkommenden jugendlichen Stadien. Bei den Keimlingen bleiben die Luftwurzeln in ihrem Wachstum gegenüber der Ausbildung der Stamm- und Blattanlagen ziemlich zurück. Später findet man die Wurzeln im Moose ausgebreitet, mäßig viele Wurzelhaare produzierend. Das Velamen ist bei solchen Wurzeln dreischichtig, Mykorrhizapilzfäden sind immer vorhanden. Die Rindenzellen sind in Teilung begriffen, groß und die Schutzscheiden noch dünnwandig. Reichliche Mykorrhiza zeigten aber auch die jüngsten Stadien, die ich untersuchte, nicht, und das Velamen war bei den jüngsten Stadien bis auf die Vollendung der Spiralleisten wohl entwickelt. Wenn die Scheinknollen erbsengroß sind, so besitzen sie eine dicke Cuticula, große Schleimzellen und ihre Leitbündel sind noch unentwickelt. Auch in den fleischigen, sonst gut ausgebildeten jungen Blättern sind die Leitbündel noch nicht fertig gebildet. Wenn die Pflanzen mit den Scheinknollen etwa 6 *cm* groß geworden sind, so ist das Wurzelsystem bereits ringsum verzweigt, dünn, bis 50 *cm* lang, selbst bis nach Nachbarästen hinübergreifend. Es ist aber überall nur im Rindenmoos versteckt und an die Unterlage angepreßt.

Einen noch weitergehenden Übergangstypus zu echt xerophilen Formen stellt die hie und da im botanischen Garten zu Buitenzorg vorkommende *Acriopsis javanica* dar. Hier ist die Wurzelnestbildung außerordentlich schön. Nachdem ich bereits diese Pflanze ausführlich beobachtet hatte, fand ich, daß Raciborski diese Eigentümlichkeit von *Acriopsis* bereits nach Exemplaren von Kagok Tegal beschrieben hatte. Die Scheinknollen stehen auch hier in dichten Ballen beisammen. Nach unten senden sie wenige Nährwurzeln aus, welche ein sieben- bis achtschichtiges Velamen besitzen. Die Rinde ist im Querschnitt ebenso breit wie das Velamen. Alle Zellen sind verholzt. In der Rinde finden sich viele Schleimzellen, die Parenchymzellen zeigen häufig starke, balkenartige Wandverdickungen; die Schutzscheiden sind wenig verdickt. Hingegen haben die Nestwurzeln das Velamen nur dreischichtig und eine dreischichtige Rinde. Der Zentralstrang bildet etwa ein Halb des Durchmessers. Die blühenden Stengel sind glatt, rutenförmig, tragen nur wenige Blätter. In ihrem assimilierenden

Rindengewebe sind dickwandige Schleimzellen, dann folgt eine ringförmige Bastfaserzone, welche die inneren Gewebe mit den Leitbündeln einschließt. Auch das Grundgewebe besteht aus dickwandigen Zellen. Die von mir bei *Acriopsis* aufgefundene Differenz der Ausbildung des Velamens bei Nähr- und Nestwurzeln wurde bereits von Groom[1] in auffallender Weise bei *Grammatophyllum* beobachtet, wo die dicken Erdwurzeln im Gegensatz zu den aufrechten Luftwurzeln ein mächtiges Velamen erzeugen. Das Wurzelnest bei *Acriopsis* ist etwa 1 *cm* hoch. Bei *Grammatophyllum speciosum* maß ich die Nestwurzeln bei dem im Orchideenquartier kultivierten Exemplar, einer alten Pflanze mit 2 bis 3 *m* langen Blättern. Der etwa 60 *cm* dicke Stützbaum ist ganz mit aufrechten Nestwurzeln umsponnen. Die Wurzelzweige sind 30 bis 40 *cm* lang. Sie bilden streng monopodiale, pyramidal geformte Verzweigungssysteme. Die ersten Seitenzweige brechen in 6 bis 7 *cm* Entfernung von der Wurzelspitze hervor. Trotzdem es bereits besonders durch Schimper wahrscheinlich gemacht worden war, daß das aufrechte Wachstum dieser Nestwurzeln auf negativem Geotropismus beruht, so standen hierfür noch sichere Beweise aus. Ich stellte deswegen einige Versuche mit dem erwähnten *Grammatophyllum*-Exemplar an, um zu zeigen, ob wir es hier tatsächlich mit negativem Geotropismus zu tun haben.

Am 20. Dezember wurde eine Nestwurzel von *Grammatophyllum* mit Tuschemarken versehen und in horizontaler Stellung fixiert. Am 24. Dezember hatte die Hauptachse des Wurzelsystems durch Aufwärtskrümmung reagiert. Sie wies einen Zuwachs von 4 *mm* auf. Am 26. Dezember hatten auch die ersten Seitenwurzeln zweiter Ordnung durch schräge Aufwärtskrümmung geotropisch reagiert. Am 16. Januar, als ich den Versuch beendete, war diese Krümmung nicht wesentlich verstärkt. Die histologische Untersuchung der Nestwurzeln bei dem in Buitenzorg kultivierten *Grammatophyllum speciosum* zeigte mir ein einschichtiges Velamen. Die Wurzelrinde bestand aus getüpfelten und netzförmig verdickten Zellen, zwischen

[1] Percy Groom, On the Velamen of Orchids. Annals of Botany, Vol. VII, March 1893, p. 145 bis 153.

denen einzelne dickwandige, ungetüpfelte Zellen sich fanden. Die Leitbündel schlossen ein Mark ein. Die Holzelemente waren eng, sklerenchymatisch. Alle Zellwände waren verholzt bis auf die kleinen Leptombündel. So gibt diesen Nestwurzeln die mechanische Ausbildung der Gewebe das Gepräge. Weitere histologische Angaben über *Grammatophyllum* finden sich in der zitierten Arbeit von Groom.

Grammatophyllum scriptum Bl., eine kleinere Spezies, verhält sich, soweit ich sah, ganz analog. Gut ausgebildete Nestwurzeln fand ich endlich auch bei dem im Orchideenquartier kultivierten *Cymbidium Finlaysonianum* Lindl.

Coelogyne ovalis Lindl. im Orchideenquartier zu Buitenzorg, eine schöne Art mit hängendem Stengel und Scheinknollen von spindeliger Gestalt mit convallariaartigen Blättern, bildet durch ein Gewirr von zahlreichen dünnen, 1 *mm* im Durchmesser haltenden, den Baumstamm umspinnenden Wurzeln fast ein Wurzelnest, doch glaube ich, daß diese Art nicht zu den echten Nestbildnern gehört.

Es ist mir kein Zweifel, daß die Bildung der Wurzelnester bei den Orchideen in der Tat, wie Goebel, Schimper, Raciborski und andere Forscher annehmen, mit dem Sammeln von Humus in Verbindung zu bringen ist. Auf diese Weise hüllen sich die Wurzeln nach und nach in ein feuchtes Substrat ein und geben dazu Gelegenheit, daß sich, wo irgend möglich, die Moosdecke über das Wurzelgeflecht verbreitet.

Xerophytische Orchideen.

Die xerophytischen, hartlaubigen, monopodialen Orchideen Javas habe ich besonders an den um Buitenzorg wild vorkommenden und im botanischen Garten daselbst kultivierten Formen kennen gelernt. Während die Orchideen in den Gebirgswäldern kaum anders gefunden werden, als ihre Luftwurzeln unter der üppigen Moosdecke ausbreitend, welche die Bäume dicht überzieht, kann man sich schon in dem relativ noch immer regenreichen Buitenzorg überzeugen, wie sich die Verhältnisse mit abnehmender Niederschlagsmenge ändern. Im botanischen Garten zu Buitenzorg sind noch viele Stämme von Moos dicht bedeckt, doch geben die zahlreichen Palmenstämme

mit ihrer glatten, trockenen, moosfreien Oberfläche bereits ein Bild von dem Substrat, welches die Orchideen in dem trockenen Klima finden. Die an den Palmenstämmen wachsenden Orchideen sind an Zahl gering. Reichlich sammeln sie sich aber in den Nischen an, welche von den stehengebliebenen Blattbasen der *Rhaphia* gebildet werden. Hier sieht man verschiedene *Dendrobium*-Arten und andere Orchideen. Am anspruchlosesten ist wohl das merkwürdige kleine *Taeniophyllum Zollingeri*, mit seinen, der Rinde dicht angedrückten flachen Wurzeln. Übrigens sieht man auch sonst, daß sich die dicken Luftwurzeln bei xerophytischen Orchideen ganz innig dem Substrat anschmiegen, wie man das bei *Luisia, Vanda, Aerides* und anderen derartigen Formen immer wieder wahrnimmt.

Goebel (Pflanzenbiologische Schilderungen I, p. 160) hatte die Vermutung ausgesprochen, daß die Luftwurzeln der epiphytischen Orchideen hydrotropisch seien. Er kam zu dieser Ansicht auf Grund von Beobachtungen im Gewächshaus an *Cattleya Harrisonii*, welche ihre Wurzeln an die Oberfläche von Holzpflöckchen eng angeschmiegt zeigte. Bei den Beobachtungen in Java wurde mir die Ansicht, daß es sich um Hydrotropismus bei diesem engen Anschmiegen an die Rinde der Bäume handle, sehr bald unwahrscheinlich, als ich sah wie die Wurzeln an vollkommen trockene Substrate sich geradeso anpreßten und abflachten wie an feuchten Unterlagen. Ich stellte mir infolgedessen zur Aufgabe die Kontaktreizbarkeit und die hydrotropischen Eigenschaften der Orchideenluftwurzeln näher zu prüfen. Die ausführlichsten Beobachtungen über Kontaktreizbarkeit bei Orchideenluftwurzeln hat Ewart[1] in Buitenzorg angestellt, und zwar an *Vanilla*. Er fand, daß die Kletterwurzeln von *Vanilla* die Kontaktkrümmung in einem Tage vollziehen und binnen 3 bis 5 Tagen eine Umschlingung der Stütze, nach 2 bis 3 Wochen aber eine völlige Befestigung der Pflanze an ihrer Stütze erreichen. Der Kontakt bewirkt nur eine geringe Verdickung und Verstärkung der Wurzel. Die Befestigung der Wurzel an der Kontaktstelle geschieht, wie bereits früher Went

[1] A. J. Ewart, On Contact Irritability. Annales Buitenzorg, Tome XV, p. 233 (1898).

ausführlich gezeigt hat, durch eine Art von Pseudoparenchym, welches von den dicht stehenden Wurzelhaaren gebildet wird. Dasselbe fand Ewart bei *Vanilla*. Ewart konstatierte weiter, daß die Luftwurzeln von *Vanilla* stark aerotropisch sind. Ferner konstatierte er negativen Heliotropismus und positiven Geotropismus bei diesen Wurzeln. Durch die Beobachtungen von Ewart über den Haptotropismus von *Vanilla* waren die früheren Angaben von Mohl[1] und sodann von Treub[2] über die Wurzelranken von *Vanilla* voll bestätigt worden. Von Hydrotropismus spricht Ewart überhaupt nicht. Hingegen besitzen wir Beobachtungen über die Wirkung von Feuchtigkeit auf die Orchideenluftwurzeln von Went. Dieser Forscher fand, daß die Orchideenluftwurzeln im dunklen feuchten Raume reichlich Wurzelhaare produzieren, nicht aber wenn sie allseits von Wasser umgeben sind. Von einer allgemeinen Verbreitung der Kontaktreizbarkeit bei den Luftwurzeln epiphytischer Orchideen wurde aber auch nach den Beobachtungen von Ewart von keinem Forscher gesprochen. Ich überzeugte mich jedoch, daß Kontaktreizbarkeit in ziemlich erheblichem Grade wohl keiner Orchideenluftwurzel fehlt, wenn sie auch in verschiedenem Maße ausgebildet ist. Die diesbezüglichen Versuche wurden an verschiedenen Typen epiphytischer Orchideen im Orchideenquartier zu Buitenzorg angestellt. Ich führe die einzelnen Versuchsangaben im nachstehenden an.

1. *Coelogyne ovalis* Lindl. Schönes Exemplar, Stengel hängend. Spindelförmige Luftknollen. Blätter wie *Convallaria*. Wurzeln zahlreich, den Stamm umspinnend, dünn, 1 *mm* im Durchmesser. Das Wurzelgewirr machte fast den Eindruck eines Wurzelnestes. An geeigneten Stellen wurden Luftwurzeln mit Tuschmarken versehen und in Berührung gebracht mit gut fixierten dünnen Holzstäbchen. Nach 24 Stunden hatten sich die Wurzeln schwach aber deutlich bogenförmig um die Stütze gekrümmt.

---

[1] H. v. Mohl, Winden der Pflanzen, p. 48 (1827).

[2] M. Treub, Annales Buitenzorg. Tome III, p. 178 (1883).

2. *Oncidium sphacelatum* Lindl. Hatte einen reichlichen Wurzelfilz um die platten 10 *cm* langen Scheinknollen ausgebildet. Die Wurzeln waren 1 *mm* dick, stark positiv geotropisch. Nach 3 Tagen wiesen sie einen Zuwachs von 5 bis 6 *mm* auf. Auch hier war die Kontaktreizbarkeit sicher nachweisbar.

3. *Bolbophyllum Lobbii* Lindl. Besitzt birnförmige, 4 *cm* lange, gelbliche Scheinknollen und steife, 20 *cm* lange Blätter. Die 1 *mm* dicken Luftwurzeln waren stark kontaktempfindlich. Das Längenwachstum betrug hier in 3 Tagen 3 *mm*.

4. *Thrixspermum Calceolus* Reichenb. f. Kräftige Exemplare mit dorsiventral zweizeilig beblätterten Trieben. An der Unterseite zahlreiche kräftige Wurzeln, zum Teil verzweigt, über 2 *mm* dick. Die Wurzeln wurden in Abständen von 5 *mm* markiert. Die ersten beiden Markendistanzen an der Spitze maßen nach 3 Tagen 7 und 10 *mm*. Auch hier war nach 24 Stunden eine deutliche Kontaktkrümmung zu erzielen.

5. *Sarcochilus compressus* Rchb. f. Hat bis 20 *cm* lange horizontale, zweizeilig beblätterte Stengel. Unterseits viele frei abwärts wachsende Wurzeln von 1 *mm* Dicke. Der Zuwachs betrug in 3 Tagen 5 bis 6 *mm*. Auch hier war Kontaktreizbarkeit nachzuweisen.

6. *Aerides odoratum* Lindl. Hat einen von oben nach unten zusammengedrückten Stengel mit zweizeilig gestellten Blättern. Viele 3 *mm* dicke Luftwurzeln, welche eng an den Stamm des Stützbaumes angeschmiegt nach aufwärts und nach abwärts wachsen. Der Zuwachs betrug nach 3 Tagen 12 *mm*. Die Kontaktreizbarkeit war in meinen Versuchen deutlich, doch unerheblich ausgeprägt.

7. *Epidendron Obrienianum*. Stengel aufrecht, entfernt beblättert. An der Basis der Blätter entspringen 1 *mm* dicke absteigende Wurzeln in spärlicher Zahl. Zuwachs nach 3 Tagen 7 *mm*, nach 24 Stunden deutliche Kontaktreaktion.

8. *Dendrochilum* sp., Westjava. Schlanke, herabhängende, in den Knoten bewurzelte Stengel. Wurzeln einzeln aus den Knoten, 1·5 *mm* dick. Zuwachs in 3 Tagen 3 bis 7 *mm*. Deutliche Kontaktreaktion nach einem Tag.

9. *Arachnanthe Sulingi* Bth. Hat bis 1 *m* lange, nur im oberen Teil beblätterte, herabhängende Stengel. Wurzeln dick, an der Rinde herablaufend. 2 bis 3 *mm* im Durchmesser. Zur Zeit meiner Versuche war binnen 3 Tagen kein Zuwachs wahrzunehmen und auch Kontaktreizbarkeit nicht sicher zu stellen.

10. *Vanilla aphylla* Bl. In einem viele Meter hoch kletternden Exemplar im Orchideenquartier. Die blattlosen assimilierenden Stengel sind reich verzweigt, 8 *mm* dick, dunkelgrün. Sie produzieren zahlreiche Wurzeln, die meist von oben nach unten auf der Rinde herablaufen, von 2 *mm* Dicke. Diese Wurzeln wachsen sehr rasch. Der Zuwachs betrug bei gesunden, der Rinde angeschmiegten Wurzeln in 3 Tagen 28 bis 32 *mm*. Als ich die Wurzeln nach 20 Tagen wiederum maß, betrug der Zuwachs bis 120 *mm*. Andere Orchideenluftwurzeln zeigten in derselben Zeit ein Längenwachstum von nur 30 bis 60 *mm*. Die Reizkrümmung nach Applikation einer Holzstütze sah ich bei *Vanilla aphylla* schon nach 18 Stunden stark ausgeprägt. Von Interesse war es festzustellen, daß es die Wurzeln vorziehen sich bei Kontaktkrümmungen nach abwärts zu krümmen. Daran könnte der positive Geotropismus oder die Dorsiventralität der Wurzeln beteiligt sein.

11. *Renanthera*. Ich untersuchte zwei Arten, *Ren. Maingayi* Ridley und *Ren. Arachnites* Lindl. Beide hochkletternde Orchideen mit langen dicken Luftwurzeln, welche sich oft umeinander schlingen und dadurch ihre Kontaktreizbarkeit zeigen. Sie pressen sich an trockenes Holz, welches ihnen als Stütze dargereicht wurde, eng an, ohne Rücksicht auf die vertikale Lage, oft streng parallel zu den schief gestellten Holzlatten. Die Wurzeln entstehen meist nur an der Unterseite der Zweige; nur dort, wo die Stengel streng vertikal aufrecht wachsen, entsenden sie nach beiden Seiten Luftwurzeln. Bei *Ren. Maingayi* wurden Tuschemarken an den Luftwurzeln in 5 *mm* Distanz angebracht. Der Zuwachs erfolgte nur innerhalb der ersten beiden Marken, und zwar nach 3 Tagen 7 bis 8 *mm*, wobei sich die ersten 5 *mm* an der Spitze auf 11 *mm* verlängerten. Nach 3 Wochen betrug der Zuwachs 30 bis 50 *mm*. Die Wurzeln von *Renanthera* sind sicher gleichfalls kontakt-

empfindlich. Sie weisen nach 24 Stunden eine Krümmung nach der Stütze auf.

Nach diesen Ergebnissen kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß die Kontaktreizbarkeit bei den Luftwurzeln der Orchideen allgemein verbreitet ist und sicher ein wichtiges Hilfsmittel bei der Anheftung der Wurzeln an der Unterlage darstellt.

Went, l. c., hat bereits hervorgehoben, daß bei der Befestigung der Orchideenluftwurzeln auf ihrer Unterlage Wurzelhaarbildung stets die entscheidende Rolle spielt, im Gegensatz zu der häufig früher vertretenen Ansicht, daß die Befestigung durch die Ausscheidung eines klebrigen Sekretes erfolge. Doch sind diese Wurzelhaare nur bei den im Moose wachsenden Luftwurzeln der hygrophilen Arten länger und von ähnlichem Aussehen wie die Wurzelhaare von Erdwurzeln. Bei den kontaktempfindlichen, dicken Luftwurzeln der xerophilen Arten geschieht die Befestigung auf der Unterlage durch die Verlängerung aller Zellen der äußersten Velamenschichte in wurzelhaarartige Bildungen, welche Went mit einem Pseudoparenchym verglichen hat. Die Befestigung mit Hilfe dieser kurzen Wurzelhaare ist eine höchst vollkommene. Sehr häufig sieht man bei Ablösung der Wurzeln von ihrer Unterlage Holzsplitter mitgehen, welche mit der Unterfläche der Wurzel innig verbunden waren. Auch können sich zwei dicht aneinander hinwachsende Luftwurzeln mit Hilfe dieser Wurzelhaare so innig vereinigen, daß ihre Verbindung fast einer Verwachsung gleichkommt.

Positiver Geotropismus ist nach meinen Beobachtungen an den Orchideenluftwurzeln fast immer mehr oder weniger deutlich nachzuweisen. Häufig äußert sich der positive Geotropismus darin, daß die Wurzeln, die auf der Rinde hinkriechen, augenscheinlich die abwärtsgehende Richtung bevorzugen, obwohl sie häufig genug auch nach anderen Richtungen auf der Rinde hinkriechen.

Daß die Luftwurzeln der Orchideen bei normaler Beleuchtung ausgesprochenen negativen Heliotropismus zeigen, ist seit den Beobachtungen von Lindley und Wiesner (Heliotropismus II, p. 76, 1880) wohlbekannt. Ich kann nur hinzu-

fügen, daß die großen *Renanthera*-Arten an ihren natürlichen Standorten sehr deutlich zeigen, wie die Luftwurzeln nach der Seite der schwächsten Beleuchtung hinstreben. Sehr schön negativ heliotropische Luftwurzeln sah ich auch im Orchideen-

Fig. 1. *Renanthera Maingayi* Ridl. im botanischen Garten zu Buitenzorg. Orig. Aufnahme. Zeigt die negativ heliotropischen Sucherwurzeln. Lichteinfall von links.

quartier zu Buitenzorg bei *Coelogyne Mayeriana* Rchb. f., wo aus dem Knoten Büschel von negativ heliotropischen Wurzeln hervorbrechen.

Es bleibt noch die Frage nach dem Hydrotropismus der Luftwurzeln zu erörtern. An wilden Pflanzen suchte ich vergebens nach Erscheinungen, welche auf Hydrotropismus hindeuten könnten. Experimentell studierte ich die Frage nach

dem Hydrotropismus besonders bei den rasch wachsenden dicken Luftwurzeln von *Renanthera*. Ich konnte jedoch auch hier ein Hinkrümmen nach nassen Gegenständen, wie nach Brettchen, welche mit nassem Moose umwickelt waren, nicht konstatieren. Die einzige Reaktion, welche bei diesen Luftwurzeln auf Feuchtigkeitsschwankungen hin auftritt, ist die Bildung von Wurzelhaaren und von Seitenwurzeln. Hat man eine Luftwurzel mit feuchtem Moose umwickelt, so treibt sie alsbald reichlich lange Wurzelhaare, wodurch sie ein ganz verändertes Aussehen gewinnt und nach einiger Zeit entstehen in dem feuchten Moose reichlich Seitenzweige. Im wesentlichen hat diese Erscheinung bereits Went bei verschiedenen anderen Luftwurzeln gefunden. Dieser Forscher hat auch richtig hervorgehoben, daß die Wurzelhaare und Seitenwurzeln nur in gut durchlüftetem, feuchtem Substrate erscheinen. Wenn man die Luftwurzeln, wie ich es bei *Renanthera* wiederholt ausführte, in Wasser hineinwachsen läßt, so entstehen weder Wurzelhaare noch Seitenwurzeln. Es ist ferner notwendig, wenn Wurzelhaare und Seitenwurzeln ausgebildet werden sollen, daß der betreffende Teil der Luftwurzel verdunkelt wird. In einer belichteten Glasflasche mit feuchter Luft eingeschlossen, bildeten die *Renanthera*-Luftwurzeln auch nach 10 Tagen keine Wurzelhaare. Hingegen sah ich in verdunkelten Glasgefäßen die Wurzeln bereits nach 24 Stunden mit einem dicken Pelz von weißen Haaren bedeckt.

Diese Beobachtungen über die Wirkungen von Licht und Feuchtigkeit auf die Orchideenluftwurzeln werfen ein Licht auf die biologische Bedeutung der oft meterlangen dicken Luftwurzeln, welche die Arten von *Renanthera*, *Sarcanthus* oder *Vanda* oft weit in die Luft hinausstrecken. Man findet solche Luftwurzeln, welche am besten als Sucherwurzeln bezeichnet werden, nur bei jenen xerophilen Arten, und bei den hygrophilen Orchideen in den Gebirgswäldern von Java sucht man vergebens nach jenem eigentümlichen Typus von Luftwurzeln. Diese Luftwurzeln erinnern unstreitig in ihrer Bedeutung für die Pflanze an die Senkerwurzeln vieler kletternder Sträucher aus der Familie der Araceen oder Vitaceen. Sie unterscheiden sich von jenen nur durch ihre starke Kontakt-

empfindlichkeit, während sie in bezug auf ihre Bedeutung, geeignete Orte zur Wasserversorgung aufzusuchen, sehr jenen Senkerwurzeln der Araceen sich annähern.

Zu der Anatomie der Luftwurzeln der xerophilen Orchideenformen, die ja in unseren Gewächshäusern so reichlich vertreten sind, habe ich nichts Wesentliches hinzuzufügen. Ich erwähne nur einen interessanten Befund von *Luisia teretifolia*.[2–7] Hier sah ich in dem Rindenparenchym mancher Wurzeln zahlreiche Zellen, mit einem großen zentralen Klumpen, von welchem nach allen Seiten hin dicke Balken ausstrahlten. In vielen dieser Zellen war der Zellkern deutlich in einer seitlichen Aussackung dieses Klumpens wahrnehmbar. Sonst schien der Klumpen ziemlich homogen. Oftmals konnte man deutlich sehen, daß die Wand der Zelle von einem Netz von Verdickungsleisten bedeckt war, welche mit den strahlenförmigen Balken in Verbindung standen. Nach ihrem mikrochemischen Verhalten bestehen diese Balken aus Zellulose. Sie färben sich blau mit Chlorzinkjodlösung und zeigen in Kupferoxydammoniak Quellungs- und Lösungserscheinungen. Mit Rutheniumrot färben sie sich nicht. Eine Zellulosehülle war auch um den zentralen Klumpen nachweisbar. Über die Entwicklungs-

Fig. 2.

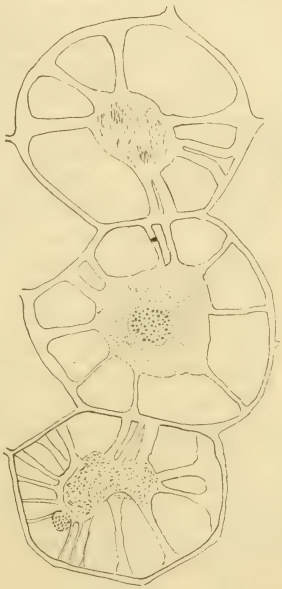


Fig. 3.

geschichte dieser merkwürdigen Gebilde gaben die in den Schnitten zahlreich vorkommenden jüngeren Stadien hinreichende Auskunft. In den jungen Stadien dieser Bildungen

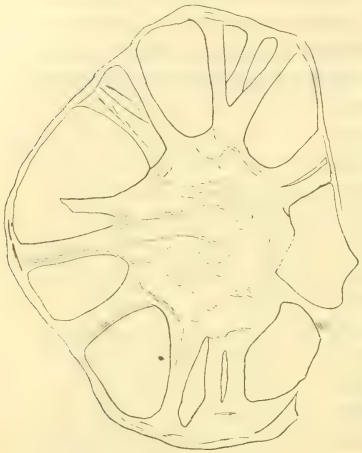


Fig. 4.

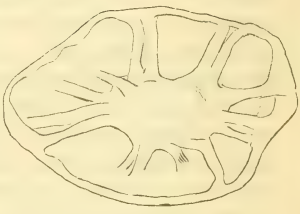


Fig. 5.

Fig. 6.

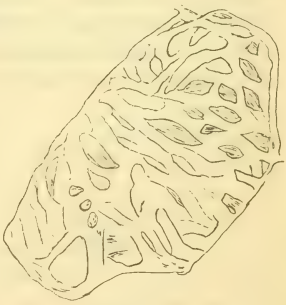


Fig. 7.

Fig. 2 bis 7. Verschiedene Altersstadien der mit Zellstoffbalken versehenen Rindenzellen aus Luftwurzeln von *Luisia teretifolia*. Zeiß Ok. 2, Objekt. *D*, Fig. 4 mit Ok. 4, Objekt. *D*.

sieht man dort, wo sich später die Balken befinden, dünne Protoplasmastränge. Die Klumpenbildung ist noch nicht ausgeprägt, sondern es findet sich ein Protoplasmakörper, welcher von der Zellwand durch ein System von Vakuolen getrennt ist, zwischen denen sich die erwähnten dünnen Protoplasmastränge

befinden. Man sieht nun den zentralen Protoplasmakörper sich immer weiter von der Zellwand entfernen, wobei die zu der Zellwand ausstrahlenden Protoplasmastränge nach und nach ein homogenes, stark lichtbrechendes Aussehen gewinnen. Zugleich nehmen sie die Zellulosereaktion an. Hier und da schien es, als ob die Protoplasmastränge mit einer Hülle von Zellulose umgeben wären. Gleichzeitig entsteht die Zellulosehülle um den zentralen Klumpen. Mit dem Älterwerden der Zelle schrumpft der zentrale Klumpen immer mehr ein. Das Protoplasma geht gänzlich verloren und es bleibt nur ein verschrumpfter Zelluloserest in der Zelle zurück. Indem dieser Zellulosekörper noch mit den Balken im Zusammenhang steht, ist die ganze Zelle von einem Netzwerk von Zellulosebalken erfüllt. Bilder, welche wenigstens einigermaßen diesen merkwürdigen Bildungen in den Luftwurzeln von *Luisia* entsprechen, fand ich nur von Werner Magnus[1] von *Neottia* beschrieben. Hier finden sich zelluloseartige Klumpen, aus den Resten des *Mykorrhiza*-Pilzes und den Produkten des Plasmas bestehend, in den Rindenzellen. Auch die von Magnus gegebenen Abbildungen erinnern ziemlich stark an die von *Luisia* oben beschriebenen jüngeren Stadien der Zellulosekklumpen. Doch konnte ich bei *Luisia* keine Spur von *Mykorrhiza* in den alten Luftwurzeln finden. Die ältere Literatur über die Klumpenbildung in Mykorrhizen von Orchideen, *Salomonia* und *Psilotum*, findet sich bei Shibata[2] diskutiert. Möglicherweise (sicher kann ich es nicht entscheiden) handelt es sich um alte Stadien ähnlicher Zellen bei den eigentümlichen Faserzellen, welche Pfitzer[3] von den Geweben der Luftwurzeln von *Aerides* beschrieben hat. Vielleicht sind auch die von Beccari, Solms und Strigl[4] aus der *Balanophora*-Knolle erwähnten Zellstoffbalken, für welche Strigl einen Zusammenhang mit Mykorrhizen abweist, mit den beschriebenen Bildungen verwandt.

---

[1] Werner Magnus, Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 35, p. 236, 1900.
[2] Shibata, Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 37, p. 659, 1902.
[3] Pfitzer, Flora 1877, p. 241.
[4] Strigl, Diese Sitzungsberichte, 13. Juni 1907.

Die Wasseraufnahme durch die Luftwurzeln epiphytischer Orchideen.

Wenn wir zum Schlusse noch das Thema der Wasseraufnahme durch die Orchideenluftwurzeln berühren, so kann ich mich auf Grund meiner Beobachtungen in der Heimat der javanischen und vorderindischen Orchideen nur der Meinung anschließen, daß eine entsprechend ausgiebige Wasseraufnahme nur dann stattfindet, wenn die Pflanze flüssiges Wasser zugeführt erhält. Bei den Orchideen der regenreichen Bergwaldregion im äquatorialen Inselgebiete reicht zur Wasserversorgung das im Moose der Baumrinden festgehaltene Regenwasser weitaus hin, um eine Versorgung der Epiphyten mit Wasser genügend gut zu gestatten. Wie oben ausgeführt wurde, breitet sich bei diesen Orchideen ein dichtes Geflecht von dünnen Wurzeln in der feuchten Moosdecke aus und nirgends ragen Wurzeln frei in die Luft hinaus. Die Wasseraufnahme bei diesen Organen unterscheidet sich nur dadurch von der Wasseraufnahme bei Erdwurzeln, daß hier die Wurzelhaare eine geringere Rolle spielen. Bei der reichlichen Wasserversorgung ist wohl hier eine reichliche Ausbildung von Wurzelhaaren nicht nötig. Es scheint, als ob die Umhüllung mit dem Velamen eine Einrichtung wäre, welche es gestattet, den zu gewissen Tagesstunden gebotenen Überschuß an Regenwasser in den Zellen aufzuspeichern und so auch während der regenfreien Tagesstunden eine reichliche Wasserzufuhr nach den Blättern von den Wurzeln aus zu gestatten. Die Bedeutung der Wurzelhaare hingegen liegt darin, durch kontinuierliche Aufnahme kleiner Wassermengen den Wasserbedarf der Pflanzen zu decken. Die meisten hygrophilen Orchideen speichern aber besonders reichlich Wasser in den Luftknollen sowie in Wasser speichernden Geweben der Blätter, so daß der Wasserbedarf der Blätter niemals auf Kosten des direkt aus den Wurzeln zuströmenden Wassers gedeckt wird. Während bei den Orchideen der Bergwälder die ausschließliche Bedeutung des Regenwassers für die Wasserversorgung wohl außer Zweifel steht, ist es nicht immer leicht, sich bei den xerophilen Orchideen über den Wasserhaushalt Klarheit zu verschaffen. Bekanntlich

hat zuerst Schleiden[1] die Ansicht vertreten, daß die Luftwurzeln der Orchideen imstande seien, durch die Wasserdampf kondensierende Wirkung des Velamens in feuchter Luft sich ausreichend mit Wasser zu versorgen. Gegenwärtig scheint Haberlandt[2] der Hauptvertreter dieser Anschauung zu sein. Nach den Versuchen von Nabokich[3] ist in der Tat daran nicht zu zweifeln, daß das vom Parenchym abgetrennte Velamen imstande ist, Wasserdampf in nachweisbarem Maße zu kondensieren. Andere Versuche dieses Autors machten es wieder sehr wahrscheinlich, daß diese Wasserdampfkondensation in keinem Falle hinreichend sei, um der Pflanze das erforderliche Wasser zu liefern. Wenn wir die in den Velamenzellen gebotenen physikalischen Bedingungen für die Wasserdampfkondensierung prüfen, so können wir, wie ich glaube, kaum zu dem Ergebnis kommen, daß das Velamen eine Einrichtung zur Dampfkondensation sei. Zu einer ausgiebigen Dampfkondensation gehört vor allem eine sehr bedeutende Vergrößerung der Oberfläche, welche mit den Wasserdämpfen in Berührung kommt. Bei den Velamenzellen könnten als Einrichtungen zur Vergrößerung der Oberfläche nur die Spiralfaserverdickungen in Betracht kommen, Zellwandstreifen von sehr geringer Dicke, meist nur wenig über die Oberfläche der Zellwand hervorspringend. Diese Spiralfasern scheinen viel eher Einrichtungen zu sein, welche ein Kollabieren der leeren Zellen im trockenen Zustand verhindern sollen, ähnlich wie die Tracheidenzellen in den Blättern von *Sphagnum*. Außerdem deuten die von Leitgeb[4] und Goebel[5] durch Injektionsversuche nachgewiesenen offenen Poren an der Außenfläche des Velamen, welche den gleichen Poren bei *Sphagnum* genau entsprechen, darauf hin, daß hier Einrichtungen vorliegen, welche mit der raschen Aufnahme von flüssigem Wasser in Beziehung stehen. Sowohl Wasserdampfkondensation als rasche Aufnahme von

[1] Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Leipzig 1861, p. 248.

[2] Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie, 3. Auflage, 1904, p. 205.

[3] Nabokich, Botan. Zentralbl., Bd. 80, p. 331, 1899.

[4] Leitgeb, Die Luftwurzeln der Orchideen; Denkschriften der Wiener Akademie der Wissensch., mathem.-naturw. Klasse, Bd. XXIV, p. 179, 1864.

[5] Goebel, Pflanzenbiolog. Schilderungen. Erster Teil, 1889. p. 191.

tropfbarflüssigem Wasser verlangen möglichst leichte Benetzbarkeit der Membranen. Dieselbe ist denn auch in der Tat sehr leicht an dem löschpapierartigen Aufsaugen von Wassertropfen durch das Velamen nachweisbar, worauf schon Schimper aufmerksam gemacht hat. Für eine besondere Befähigung zur Wasserdampfkondensation ist dieses Moment aber für sich allein nicht zu deuten. Denn unter sonst gleichen Bedingungen wird die dampfdruckerniedrigende Wirkung oder das Kondensationsvermögen von der Oberfläche abhängen müssen. Wir haben uns zu denken, daß Wasserdampf kondensierende Körper sich an ihrer Oberfläche mit einer sehr dünnen, stark verdichteten Dampfhülle überziehen, und daß diese Hülle in der Nähe der Oberfläche selbst so stark verdichtet wird, daß der Wasserdampf in flüssiges Wasser übergeht. Diese Wirkung kann natürlich in erster Linie nur von der Oberflächenentwicklung des Körpers abhängen. In zweiter Linie aber wird sie gesteigert werden, wenn eine hygroskopische Membran an die Oberflächenschichte angrenzt und das entstandene flüssige Wasser weiter transportiert wird.

Eine weitere Frage ist die, inwiefern die Taubildung bei der Wasserversorgung der Orchideenluftwurzeln eine Rolle spielt. Nach meinen Beobachtungen ist dies in den heißen Gegenden von Java kaum der Fall, da die Morgentemperaturen im Verhältnis zu dem in der trockenen Jahreszeit geringen Wasserdampfgehalt der Luft zu hoch sind, um eine reichliche Taubildung in den ersten Morgenstunden zu gestatten. Hingegen sinkt in den Bergregionen des Himalaya und des Khasyagebirges während der trockenen Winterzeit die Temperatur in der Nacht sehr beträchtlich, so daß eine ansehnliche Taubildung zustande kommen kann. In dieser Weise ist in den letzt erwähnten indischen Gebieten eine Wasserversorgung der Epiphyten sehr wohl durch Tau möglich, und wird auch hier während der trockenen Jahreszeit erheblich in Betracht kommen. Viele der indischen xerophilen Orchideen besitzen überdies in ihren langen Sucherwurzeln eine Einrichtung, wodurch sie befähigt werden, feuchtere Stellen zu erreichen, daselbst Wurzeln zu schlagen und auf diese Weise ihre Wasserversorgung zu erleichtern.

Vergleichende Untersuchungen über die Stärkezellen im Stengel der Dicotyledonen

von

Dr. Franz Tondera.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 11. November 1909.)

Einleitung.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß an der Innenseite der primären Rinde, entweder am inneren Rande des Chlorophyllparenchyms oder im chlorophyllfreien Parenchym, während des Wachstums des Stengels zahlreiche stärkeführende Zellen zum Vorschein kommen. Besonders zeichnet sich die Klasse der Dicotyledonen durch das Vorkommen der Stärkekörner aus. Nur einige Familien dieser Klasse, wie *Ranunculaceae, Papaveraceae, Fumariaceae* entbehren stärkeführender Zellen in der Rinde; in anderen Familien sind nur einzelne Arten ohne Stärkezellen zu finden. Die Verteilung der Stärkezellen weist sehr große Verschiedenheit auf: in gewissen Familien sind dieselben regellos zerstreut, in anderen bilden sie größere oder kleinere Gruppen, in den meisten dagegen sind sie zu einem geschlossenen Ringe verbunden, der gewöhnlich einschichtig ist und sich an den Festigungsring im Pericykel oder an den Siebbündelring anlehnt. Die letztere Form der Stärkezellgruppierung wurde als Stärkescheide bezeichnet.

Die funktionelle Bedeutung dieser Zellen wurde sehr verschieden aufgefaßt. Sachs nahm an, daß die Stärkescheide eine lokalisierte Leitungsbahn bildet, indem die den Gefäßbündeln benachbarten Zellen mit der Leitung der stickstoff-

losen Bildungsstoffe betraut sind.[1] In den Zellen einer aktiven Leitungsbahn können aber die Stärkekörner nicht angehäuft werden; jede Anhäufung setzt nämlich eine Speicherungstätigkeit voraus. Die Aufspeicherung von Stärkekörnern ist aber mit der Fortleitung der Stärke unvereinbar. Pfeffer äußert deswegen die Ansicht, daß die Stärkezellen im Dienste der Siebbündel arbeiten, d. h. für dieselben zur Zeit des Überflusses Stoffe anhäufen, um sie fernerhin an die Siebbündel zur weiteren Beförderung zurückzugeben.[2] Diese Annahme könnte aber nur für die Fälle gelten, wenn die Stärkezellen an die Siebteile angrenzen. Es gibt dagegen zahlreiche Pflanzenfamilien, in denen die Stärkekörner am Umfange des Sclerenchymringes auftreten (Taf. II, Fig. 1, 3), die Wechselbeziehung zwischen den Siebbündeln und den Stärkezellen ist bei derartigem Stengelbau ausgeschlossen.

Man hat wiederholt die Stärkescheide des Stengels mit der Endodermis der Wurzel verglichen, somit mit der Zellschichte, die zwischen dem Rindenparenchym und dem Pericykel in den Wurzeln auftritt. Gérard ist der Ansicht, daß die Stärkescheide eine Fortsetzung der Endodermis bildet, nur die charakteristischen Merkmale der letzteren gehen der Stärkescheide ab.[3] Anläßlich der Untersuchungen über den Pericykel hat aber Fischer nachgewiesen, daß dies nicht allgemein anzunehmen ist. Dieser Forscher hat auch darauf hingewiesen, daß die Stärkescheide nicht mit den Siebbündeln, sondern vielmehr mit dem mechanischen Gewebe des Stengels im engen Zusammenhange steht; daß nämlich das Wachstum dieses Gewebes eine auffallende Abhängigkeit von den Stärkezellen aufweist.[4]

Eine andere Auffassung der physiologischen Bedeutung der Stärkezellen, die vor einigen Jahren auftauchte, will dieselben mit den geotropischen Erscheinungen in Wechsel-

---

[1] J. Sachs, Über die Leitung plastischer Stoffe durch verschiedene Gewebeformen. Flora 1863.

[2] W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 1897, Bd. I, p. 586.

[3] R. Gérard, Recherches sur le passage de la Racine à la Tige. Paris 1881.

[4] H. Fischer, Der Pericykel in den freien Stengelorganen. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 35, p. 14—15.

beziehung bringen. Sachs, der im Laufe seiner unzähligen Versuche eine einheitliche Erklärung für die geotropischen Krümmungen des Stengels und der Wurzel auf Grund der Schwerkraft nicht zu finden vermochte, äußerte die Vermutung, daß die geotropischen Krümmungen zwar durch die Schwerkraft hervorgerufen werden, daß aber dabei noch die innere Organisation des Pflanzenorgans mitwirkt. Diese bestimmt erst die Art der Reaktion und veranlaßt, daß unter der Einwirkung der Schwerkraft die Wurzel nach unten, der Stengel nach oben sich krümmt.[1] Nach Sachs kommt somit der Schwerkraft nur die Bedeutung des Reizes zu, auf welchen erst das Plasma entsprechend reagiert.

Dieser Gedanke mußte aber, wenn er in der Wissenschaft Aufnahme finden sollte, durch irgendwelche Erscheinungen begründet werden. Es mußte sowohl im Stengel als auch in der Wurzel ein inneres Organ aufgefunden werden, in welchem die engere Beziehung zwischen der Schwerkraft und dem Plasma stattfindet. Bei der Beobachtung der Stärkezellen hat sich herausgestellt, daß die Stärkekörner, besonders wenn sie größer und schwerer werden, auf die untere Zellwand sinken. Steht ein Stengel vertikal, so fallen die Stärkekörner auf die Zellwände, die alle zur Achse des Stengels senkrecht stehen; wird aber der Stengel horizontal gelegt, dann sinken die Stärkekörner auf die Tangentialwände, und zwar in der unteren Stengelhälfte auf die äußere, in der oberen auf die innere Tangentialwand. Sowohl die Beweglichkeit der Stärkekörner als auch der Umstand, daß dieselben in der Horizontallage des Stengels auf ungleichnamige Zellwände sinken, hat den Anlaß zur Aufstellung einer neuen Theorie des Geotropismus gegeben. Haberlandt[2] und Němec[3] haben nämlich beinahe

[1] J. Sachs, Über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile. Arb. d. Bot. Inst. Würzburg II, 1878.

[2] G. Haberlandt, Über die Statolithenfunktion der Stärkekörner. Ber. d. D. bot. Ges. Bd. XX, 1902. — Zur Statolithentheorie des Geotropismus. Jahr. f. w. Bot. Bd. 37, 1903 — Bemerkungen zur Statolithentheorie. Daselbst, Bd. 42, 1905.

[3] B. Němec, Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 17, 1900. — Die Perzeption des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Ebenda Bd. 20, 1902.

gleichzeitig auf Grund eigener Untersuchungen die Stärkekörner als Statolithen, die Stärkezellen als Statocysten erklärt, somit die Stärkescheide als den Sitz des geotropischen Perzeptionsvermögens in jungen orthotropen Organen aufgefaßt, und hierdurch zu Urhebern der Statolithentheorie geworden. Der Reiz, den die sinkenden Stärkekörner auf die Plasmahäutchen der Stärkezellen ausüben, soll — dieser Theorie zufolge — in der erdwärts orientierten Stengelhälfte eine Wachstumsförderung, in der oberen dagegen eine Wachstumshemmung hervorrufen, wodurch die Aufwärtskrümmung des Sprosses erzeugt wird.

Wie vorauszusehen war, hat die neue Hypothese ein lebhaftes Interesse in den wissenschaftlichen Kreisen erregt und viele Forscher zu eingehenden Untersuchungen in dieser Richtung veranlaßt. Die Anzahl der untersuchten Pflanzen wurde immer größer. Gelegenlich muß ich hervorheben, daß die Begründer der Statolithenhypothese ihre Anschauungen mit Zuhilfenahme der Pflanzenarten begründet haben, in denen die Stärkescheide zur typischen Entwicklung gelangt. Sie haben somit das günstigste Material gewählt. Als aber andere Forscher, wie Jost, Fitting, Fischer, verschiedene Pflanzenarten und zwar ohne Wahl untersuchten — Fischer hat hierzu sogar 100 Arten verwendet — hat sich herausgestellt, daß eine typische Stärkescheide nicht einmal in der Klasse der Dicotyledonen, wo sie am häufigsten zu finden ist, so allgemein vorkommt, wie es mit Rücksicht auf die geotropischen Erscheinungen zu erwarten wäre. Fischer hat nämlich nachgewiesen, daß die Anzahl der dicotyledonen Arten, welche eine Stärkescheide besitzen, bei weitem geringer ist, als der Arten, in denen dieselbe nicht nachweisbar ist.

In dieser Sachlage haben die Begründer der Hypothese durch weitere Untersuchungen und Experimente ihre Anschauungen gegen die Angriffe der Gegner aufrechtzuhalten versucht. Dabei trat aber bald bei beiden Autoren eine auffallende Divergenz in der ursprünglich beinahe einheitlichen Auffassung der Grundlagen der Hypothese zutage. Während nämlich Haberlandt in der Erklärung der geotropischen Erscheinungen sich weiter ausschließlich auf die Reizungswirkung der sinkenden Stärkekörner stützt, erachtet Němec das Fehlen der

Stärkekörner im Stengel als Nebensache. In einer späteren Arbeit gibt zwar Haberlandt in bezug auf Fischer Untersuchungen zu,[1] daß sich in gewissen Pflanzenarten keine Stärkescheide nachweisen läßt, sucht aber in denselben, wenn auch in den Markstrahlen, Stärkezellen mit labilen Stärkekörnern auf, welche als Ersatzstatocysten fungieren sollen. In vielen Arten dagegen, in denen nach Fischer die Stärkescheide fehlt, soll dieselbe Haberlandt beobachtet haben. Němec fand auch in einigen Arten der Familie *Cucurbitaceae* sinkende Stärkekörner,[2] in welchen ich während meiner Untersuchungen keine bewegliche Stärke beobachten konnte. Diese Widersprüche der Ergebnisse, die kaum auf Beobachtungsfehler zurückzuführen wären, da die mit Jodlösung tingierten Stärkekörner ein äußerst günstiges Untersuchungsobjekt bilden, haben mich angeregt, eine größere Anzahl Pflanzenarten — über 300 Arten vornehmlich aus der Dicotyledonenklasse — auf Stärkescheide eingehend zu untersuchen. Ich wollte nämlich die Ursache der Mißverständnisse respektive der nichtübereinstimmenden Befunde aufdecken. Meine Aufgabe wurde aber mit der Zeit erweitert, nachdem ich mich im Laufe der Untersuchungen an zahlreichen Arten überzeugt habe, daß je mehr Arten ich untersuchte, um so klarer mein Einblick in die inneren Verhältnisse der Stärkezellen wurde.

Die Untersuchungen habe ich derart ausgeführt, daß ich aus verschiedenen Höhen aller untersuchten Arten Quer- und Längsschnitte herstellte und dieselben, nachdem sie mit Jodlösung tingiert worden sind, unter dem Mikroskope untersuchte. Bald habe ich dabei bemerkt, daß die anatomischen Verhältnisse, welche in den Zellen der Stärkescheide eines blühenden oder fruchttragenden Stengels auftreten, mit dem Verhalten dieser Zellen in einem noch knospenlosen Stengel nicht übereinstimmen. Dieser Umstand hat mich veranlaßt, jede Art in verschiedenen Entwicklungsstadien zu untersuchen, wobei ich nicht nur die Veränderungen, welche im Laufe der Entwicklung der Stärkezellen vorkommen, feststellen konnte,

[1] G. Haberlandt, Zur Statolithentheorie des Geotropismus, p. 452—455.
[2] B. Němec, Die Stärkescheide der Cucurbitaceen.

sondern auch die Ursache dieser Veränderungen zu erforschen suchte. Zu letzterem Behufe habe ich auch eine große Anzahl Versuche angestellt, in welchen durch äußere Eingriffe der Entwicklungslauf der Stärkezellen beeinflußt wurde. Mit Hilfe dieser Versuche habe ich auch die Wechselbeziehung der Stärkezellen zu den benachbarten Geweben feststellen können. Eine eingehende Erörterung der Ergebnisse meiner Untersuchungen werde ich in weiteren Artikeln darlegen, vorläufig will ich nur diese Ergebnisse insoweit berücksichtigen, als dieselben zur Aufklärung der bisherigen Mißverständnisse in bezug auf das Auftreten der Stärkezelle dienen können und einen kritischen Blick auf die Statolithenhypothese gewähren.

Die erste Beobachtung von Belang, die bei der Untersuchung einer größeren Anzahl Arten auffällt, ist, daß die Stärkezellen nur eine gewisse Zeit ihre Stärkekörner behalten. Mit dem Alter büßen sie zuerst ihren Plasmainhalt, nachher auch ihre Stärkekörner ein, so daß sie schließlich völlig inhaltsleer werden. Durch diese Eigenschaft heben sich die Stärkezellen von den benachbarten Parenchymzellen auffallend ab. Dies kommt in den Arten derjenigen Pflanzenfamilien vor, welche eine ausgeprägte, geschlossene Stärkescheide ausbilden, besonders in der Unterklasse *Sympetalae*, wie *Labiatae, Rubiaceae, Compositae, Campanulaceae* (vgl. Taf. II, Fig. 6, 8, 12). Durch den fortschreitenden Verbrauch des Plasmas wird der innere Plasmabeleg der Zellwände so karg und dünnflüssig, daß die bisnun im Plasma schwebenden Stärkekörner auf die unterste Zellwand sinken (Taf. II, Fig. 8). Die Auszehrung der Stärkezellen ist somit die Ursache der Beweglichkeit der Stärkekörner. Hierin findet man die Lösung des Rätsels, welches noch für Fitting besteht, indem dieser Forscher schreibt: »Warum in den stärkehaltigen Zellen das Plasma so dünnflüssig ist, wissen wir nicht.«[1] Überflüssig ist es auch, in diesem Falle ein größeres spezifisches Gewicht der Stärkekörner in den Zellen der Stärkeschichte anzunehmen, wie dies Haberlandt[2] tut, um die Beweglichkeit der Stärkekörner zu erklären.

[1] H. Fitting, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang, p. 389.
[2] G. Haberlandt, Bemerkungen zur Statolithentheorie, p. 329.

Es genügt, an einer längeren Strecke eines blühenden Sprosses von *Galium Mollugo* oder *Campanula patula*, von der Sproßspitze ausgehend, die Veränderungen der Stärkezellen zu verfolgen, um sich bald zu überzeugen, wo die Ursache der Beweglichkeit der Stärkekörner dieser Zellen zu suchen ist.

An einem Längs- oder Querschnitte, welcher aus dem unteren Teile des Stengels einer krautigen Pflanze hergestellt ist, sind meist die Zellen der ursprünglichen Stärkescheide vollkommen inhaltsleer. Dies sieht man z. B. an den Querschnitten von *Galium verum* (Taf. II, Fig. 12). Bei der Untersuchung der Stengelschnitte verschiedener Pflanzen, besonders aber der krautigen Arten, macht man die zweite Beobachtung, daß die Schnelligkeit, mit welcher die Auszehrung der Stärkezellen fortschreitet für verschiedene Pflanzenarten auch im Bereiche derselben Familie verschieden ist; in derselben Art dagegen hängt sie von dem Entwicklungsstadium des Sprosses ab.

In jungen Entwicklungsstadien, und zwar solange die Sprosse noch keine Knospen besitzen, gehen die Veränderungen im Innern der Stärkezellen langsam vor sich, so daß gewöhnlich der ganze Stengel in der Rinde Stärkekörner aufweist. Seit der Zeit aber, als die Knospen sich auszubilden beginnen, besonders wenn der Blütenstand aus zahlreichen Blüten zusammengesetzt ist, erfolgt die Entleerung der Stärkezellen sehr rasch, ein Umstand, welcher beweist, daß die plastischen Stoffe dieser Zellen bei der Bildung des Blütenstandes verwendet werden. So fand ich in knospenlosen Sprossen von: *Geum urbanum*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium Sophia*, *Erityum Cheiranthoides*, *Anchusa officinalis*, *Galium silvaticum* in der ganzen Höhe des Stengels stärkeführende Zellen; im blühenden Stengel sind dieselben nur im obersten Drittel zu beobachten.

Auch der Standort der Pflanzen ist in bezug auf Stärkezellen von großer Bedeutung. An feuchten und schattigen Standorten wachsen die Stengel krautiger Arten sehr rasch in die Länge und legen dabei keinen starken Holzring an. Die Stärkekörner sind in derartigen Stengeln von der Sproßspitze bis zu der Basis zu finden. An sonnigen und trockenen Standorten bilden dieselben Arten einen starken Holzring aus, wobei

die plastischen Stoffe in großer Menge verbraucht werden; der Stengel weist dann nur unter der Spitze Stärkekörner auf.

Wenn man nun bedenkt, daß das Vorkommen der Stärkekörner nicht nur von der Pflanzenart, sondern auch vom Entwicklungsstadium der Pflanzen und vom Standorte derselben abhängig ist, wird man leicht einsehen können, daß die Befunde verschiedener Forscher bei derselben Pflanzenart sehr oft einander widersprechen müssen.

Die Beobachtung, daß die Stärkezellen in späterem Alter ihren Inhalt verlieren, hat Haberlandt gemacht, ohne sich aber in diese Sache näher einzulassen.[1] Dieser Forscher bemerkt auch richtig, daß Fischer in vielen Arten die Stärkescheide nicht auffinden konnte, weil er »offenbar vollständig ausgewachsene Stengelteile untersucht hat.«[2]

Es gibt zahlreiche Arten, in denen keine Spur von Stärkezellen an der inneren Rindengrenze auch in ganz jungen Entwicklungsstadien nachzuweisen ist. Hierher gehören ganze Pflanzenfamilien, wie: *Ranunculaceae, Papaveraceae, Fumariaceae*, mit den von mir untersuchten Arten: *Isopyrum thalictroides, Nigella Damascena, N. aristata, Aquilegia vulgaris, Delphinium consolida, Aconitum Napellus, Anemone nemorosa, Pulsatilla pratensis, Hepatica nobilis, Thalictrum flavum, T. angustifolium; Papaver somniferum, P. Rhoeas, P. dubium, Chelidonium majus; Corydalis cava, Fumaria parviflora, F. officinalis, Dicentra spectabilis.* Aus anderen Familien sind nur einzelne Arten ohne Stärkescheide anzuführen, wie: *Sisymbrium Thalianum, Vaccaria pyramidata, Silene nutans, Potentilla Formentilla, Androsace septentrionalis.*

Für diese Arten findet somit die Statolithenhypothese keine Anwendung. In gewissen Arten, die keine Stärkescheide ausbilden, weist Haberlandt auf Stärkezellen in primären Markstrahlen, die bewegliche Stärkekörner enthalten und als Ersatzstatocysten fungieren sollen. Diese Bemerkung betrifft die Arten: *Fumaria officinalis, Chelidonium majus, Thalictrum flavum, Papaver orientale.*[3] In allen diesen

[1] G. Haberlandt, Über die Perzeption des geotropischen Reizes, p. 264.

[2] Idem, Zur Statolithentheorie des Geotropismus, p. 451.

[3] G. Haberlandt, Zur Statolithentheorie des Geotropismus, p. 455—6.

Arten treten die beweglichen Stärkekörner der vermeintlichen Statocysten innerhalb des Sclerenchymsringes auf, der im Pericykel stark entwickelt ist. (Vgl. Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 7.) Ihre Einwirkung auf das Rindenparenchym, das tätige Gewebe bei geotropischen Krümmungen, ist bei derartigem Stengelbau ausgeschlossen.

Übrigens bilden die Annahmen der Statolithenhypothese, besonders die Differenzierung der Reaktion, derzufolge: *a)* nur die Plasmahaut empfindlich ist, *b)* die Reizung derselben an der äußeren Tangentialwand eine Wachstumsförderung auslöst, *c)* an der inneren dagegen eine Wachstumshemmung erzeugt — eine Reihe von unbegründeten Vermutungen. Die darauf bezüglichen Erwägungen veranlaßten denn auch Fitting, daß dieser Forscher die der ganzen Theorie zugrunde liegende Annahme, daß nur die Plasmahaut, nicht der ganze Plasmainhalt der Zelle empfindlich ist, als unerwiesen in Frage stellt und die ganze Beweisführung ein Bauen von Hypothesen auf Hypothesen nennt.[1]

Schon der Umstand, daß in dem Vorkommen der Stärkezellen, wie schon hervorgehoben, eine große Verschiedenheit sich beobachten läßt, daß nämlich das Vorkommen derselben sowohl von der Pflanzenart, als auch vom Entwicklungsstadium und vom Standorte der Pflanze abhängig ist, läßt die Annahme des Zusammenhanges zwischen der Labilität der Stärkezellen und den geotropischen Krümmungen sehr bedenklich erscheinen. Der Zweifel wird noch durch das Vorhandensein der Arten, denen die Stärkescheide abgeht, bekräftigt.

Man muß auch besonders beachten, daß das Vorkommen von Stärkekörnern in den Zellen der Stärkescheide ein Zeichen der begonnenen Auszehrung bildet, daß somit diese Zellen im Absterben begriffen sind. Einer absterbenden Zelle wird man aber kaum die Fähigkeit zumuten, einen Plasmabeleg von außergewöhnlicher Reizempfindlichkeit zu besitzen.

Die einzige Tatsache, die in der Statolithenhypothese als festgestellt — wenigstens für die Mehrzahl der Dicotyledonen — angenommen wird, ist die Korrelation zwischen dem

[1] H. Fitting, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang, p. 391.

Sinken der Stärkekörner und den geotropischen Krümmungen. Die Statolithenzone soll bei negativ geotropischen Organen oberhalb der Krümmungszone liegen.[1] Ich habe zahlreiche Versuche angestellt und gefunden, daß nur einige Arten, wie: *Geranium sanguineum, G. Phaeum, Lepidium Draba, L. ruderale, Berteroa incana, Aristolochia Clematitis* ausschließlich oberhalb der Krümmungen labile Stärkekörner aufweisen; in der Mehrzahl der untersuchten Arten habe ich aber sowohl oberhalb, besonders aber unterhalb der Krümmungszone bewegliche Stärkekörner beobachtet. Die Labilität der Stärkekörner ist in den letzteren Arten in eine Wechselbeziehung zu geotropischen Krümmungen nicht zu bringen.

Mit der Ausdehnung der Untersuchungen auf immer größere Anzahl Pflanzenarten tauchen immer neue Umstände auf, die gegen die Annahmen der Statolithenhypothese sprechen. Es ist dennoch möglich, daß sich diese Hypothese — vielleicht mit gewissen Änderungen und Beschränkungen — behaupten wird. Welchem Schicksal aber auch in der Zukunft die Statolithenhypothese anheimfallen wird, ein unstreitiges Verdienst ihrer Urheber wird immerhin bleiben, zahlreiche Forscher zu eingehenden Untersuchungen angeregt zu haben, wodurch die Erkenntnis sowohl der geotropischen Erscheinungen, als auch der physiologischen Bedeutung der Stärkezellen der Rinde gefördert wird.

I. Verteilung der Stärkezellen.

Eine genaue Untersuchung über das Vorkommen der Stärkezellen an der inneren Grenze der primären Rinde — an diese Stärkezellen knüpft sich nämlich ursprünglich die Benennung Stärkescheide — ergibt, daß die Verteilung derselben, wenn sie überhaupt vorhanden sind, sehr verschieden sein kann. Es gibt Pflanzenarten, deren Rinde nur einzeln zerstreute Stärkerellen aufweist; in anderen Arten sind es wieder Zellgruppen, die mit einander nicht verbunden sind; in vielen anderen dagegen sind diese Zellgruppen mittelst enger Zell-

[1] B. Němec, Die Stärkescheide der Cucurbitaceen, p. 2.

schichten zu einem Gürtel vereinigt. Viele Arten entwickeln nur Zellsicheln über den Bastbündeln oder zwischen denselben. In der typischen Form bildet sich schließlich eine gleichmäßige, ununterbrochene Stärkeschicht am Umfange des Pericykels oder an der äußeren Grenze des Siebbündelringes aus.

Diese ununterbrochene Stärkezellschicht oder eine typische Stärkescheide kommt in einigen Familien der Unterklasse *Choripetalae* vor, wie z. B. in den Familien: *Polygonaceae, Cruciferae, Umbelliferae, Geraniaceae, Caryophyllaceae* (Taf. I, Fig. 1, 2 *s*; Taf. II, Fig. 1, 3, 10); vornehmlich ist aber dieselbe in zahlreichen Familien der Unterklasse *Sympetalae* zu beobachten, hierher gehören die Familien: *Primulaceae, Boraginaceae, Labiatae, Scrofulariaceae, Rubiaceae, Valerianaceae, Plantaginaceae, Campanulaceae, Compositae* (Taf. II, Fig. 6, 8, 12). In diesen Familien erreicht die Stärkeschicht ihre vollkommenste Form; sie besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, die aus regelmäßigen, enganschließenden Zellen zusammengesetzt ist.

In den Arten der angeführten Familien der Dicotyledonen sind die Zellen der Stärkeschicht längere Zeit hindurch mit Stärkekörnern erfüllt. Besonders in den Stengeln junger Sprosse, die noch keine Blüten tragen, kann man die Stärkekörner an längeren Strecken, von der Sproßspitze angefangen, beobachten. Andere Verhältnisse herrschen in der Klasse der Monocotyledonen, wo die Stärkezellen zu Ausnahmen gehören. Fischer hat viele monocotyle Arten untersucht und gefunden daß die Stärkescheide diesen Arten abgeht.[1] Im allgemeinen ist diese Anschauung zutreffend, besonders in bezug auf Gräser und Binsen. In gewissen Familien aber, wie *Orchidaceae* und *Liliaceae*, habe ich viele Arten mit schön ausgebildeter Stärkeschicht beobachtet; hierher gehören: *Orchis latifolia, Platanthera bifolia, Epipactis latifolia, Gymnadenia conopoea, Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Pol. officinale, Anthericum ramosum.* Da die Stärkezellen dieser Arten schon in jungen Entwicklungsstadien ihre

[1] H. Fischer, l. c., p. 18.

Stärke verlieren, muß man die Schäfte junger, knospentragender Blütenstände untersuchen, wo die Stärkezellen in großer Anzahl zu beobachten sind.

Die Entwicklung der Stärkezellen steht in engem Zusammenhange mit der Ausbildung des Holzgewebes im Stengel. Bildet das Holzgewebe einen regelmäßigen Holzring, der mit einem geschlossenen Siebbündelringe umgeben ist, oder wird im Pericykel ein Sclerenchymring angelegt, dann entwickelt sich am Umfange des Siebbündel- oder Sclerenchymringes eine regelmäßige, aus einer Zellschicht bestehende Stärkeschicht. In allen soeben angeführten Familien ist dies der Fall. Ganz anders gestaltet sich aber die Verteilung der Stärkezellen in der Rinde, wenn an der Außenseite der Siebbündel einzelne Bastbündel oder Bastsicheln angelegt werden. In den Pflanzenarten, welche diesen Bau der sekundären Rinde aufweisen, entwickeln sich die Stärkezellen vornehmlich am äußeren Umfange der Bastbündel oder sie nehmen auch, besonders wenn die Bastbündel in radialer Richtung stark entwickelt sind, im späteren Alter des Stengels den Raum zwischen zwei nebeneinander stehenden Bastbündeln ein. In diesen Fällen verliert die Stärkeschicht ihren regelmäßigen Bau; die Stärkezellen, welche in Gruppen versammelt sind, die voneinander gesondert stehen, können auch nicht mehr als Stärkescheide bezeichnet werden.

Die erwähnten Stärkesicheln bestehen gewöhnlich aus einer Zellschicht und sind nur am äußeren Umfange der einzeln stehenden Bastbündel zu finden. In der Gattung *Trifolium* sind die Bastbündel mit Stärkesicheln auch in späteren Entwicklungsstufen des Stengels allgemein verbreitet. Ich untersuchte wiederholt *Trifolium*-Arten, wie: *Trifolium alpinum, T. fragiferum, T. hybridum, T. incarnatum* (Taf. II, Fig. 7), *T. montanum, T. prateuse* und fand in allen an der Außenseite der Bastbündel noch nach dem Aufblühen ausgeprägte Stärkesicheln. Dieselben beobachtet man auch in den Arten: *Anthyllis vulneraria, Onobrychis viciaefolia, Coronilla varia.* In einigen Arten der Familie *Polygonaceae,* in denen die Bastbündel genug weit voneinander abstehen, wie in *Rumex acetosa* (Taf. I, Fig. 3*s*) und *R. Acetosella,* umgeben die Stärkezellen bogenartig jedes

Bastbündel sogar nach dem Verblühen des Sprosses. Durch kürzere Dauer kennzeichnen sich die Stärkesicheln der Familie *Ranunculaceae*. Die Leitbündel durchsetzen hier anfänglich getrennt das Grundparenchym und legen schon in jungen Stengeln starke Bastbündel an. Nur in sehr jungen Stengelquerschnitten findet man am Außenrande der Bastbündel Stärkesicheln (Taf. I, Fig. 4 *s*). Tiefere Querschnitte mit fertigen Leitbündeln weisen nur zu beiden Seiten der Siebbündel spärliche Stärkekörner auf (Taf. I, Fig. 5), welche in noch tieferen Querschnitten vollkommen verschwinden. Ein interessantes Beispiel der Wechselbeziehung zwischen den Bastbündeln und den Stärkezellen bildet die Verteilung derselben in jungen Stengeln von *Caltha palustris*. In ganz jungen Stengeln sind die ins Aërenchym eingebetteten Leitbündel von allen Seiten mit einem Stärkekranz umgeben (Taf. I, Fig. 6 *s*); sobald sich aber an der Innenseite ein Sclerenchymbeleg ausgebildet hat, verschwinden hier die Stärkezellen, sie bleiben aber an der Außenseite des Bastbündels, welches noch im weiteren Wachstum begriffen ist (Taf. II, Fig. 4 *s*). Nachdem aber das Bastbündel sein Wachstum abgeschlossen hat, sind die Stärkezellen in der Umgebung der Leitbündel nicht zu finden (Taf. I, Fig. 7). Dieselben Verhältnisse sind auch bei *Ficaria ranunculoides* zu beobachten.

Die Arten der Familie *Rosaceae* weisen eine große Verschiedenheit in der Gruppierung der Stärkezellen auf, da die Ausbildung und Verteilung der Bastbündel in der Rinde dieser Arten sehr verschieden ist. Staudige Arten, in deren sekundärer Rinde sich die Bastbündel zu einem ununterbrochenen Ringe vereinigen, besitzen ursprünglich eine aus zwei oder mehreren Zellagen bestehende Stärkeschicht, wie man dieselbe in den Arten: *Agrimonia Eupatoria* (Taf. II, Fig. 3 *s*), *Alchemilla vulgaris*, *Sanguisorba officinalis* beobachten kann. Stehen aber die Bastbündel getrennt, so gruppieren sich die Stärkezellen auch zwischen denselben; im späteren Alter des Stengels verbinden sich diese Zellgruppen mit den Markstrahlen des Holzringes. Beinahe dasselbe Bild bietet der Querschnitt eines jungen Stengels von *Crataegus Oxyacantha* (Taf. II, Fig. 2). In der Gruppe *Pruneae* und *Pomeae* werden die Bastgruppen

durch fortwährendes Dickenwachstum immer weiter auseinandergerückt, wodurch das Bild einer einheitlichen Stärkescheide verwischt wird. Die Stärkekörner umgeben die Bastbündel auch von innen, wobei die Stärkezellen in Markstrahlen übergehen. Dieselbe Verteilung der Stärkezellen beobachtet man in den Familien *Cupuliferae* und *Salicaceae;* in der sekundären Rinde werden in diesen Familien mehrere Bastbündellagen ausgebildet.

In der Rinde von *Tilia cordata* sind die zahlreichen Bastbündellagen zu keilförmigen Gebilden gruppiert (Taf. II, Fig. 5). Die Stärkezellen sind überall im Rindenparenchym zerstreut, häufen sich aber am stärksten um die Bastbündel an. Sie bilden auch eine Art Markstrahlen zwischen den einzelnen Bastbündelreihen.

In den Arten *Urtica dioica* und *U. urens* findet man am Querschnitte am Umfange eines Kreises zerstreute Stärkezellen, die am Längsschnitte als Zellreihen vorkommen.

Die Unterklasse *Choripetalae* enthält mehrere Familien, deren mechanisches System aus einem im Pericykel ausgebildeten Sclerenchymring besteht, wie *Caryophillaceae, Geraniaceae, Scleranthaceae, Saxifragaceae;* in allen Arten dieser Familien lehnt sich die ununterbrochene Stärkeschicht an die Außenseite des Sclerenchymringes an (Taf. II, Fig. 1 *s*).

Aus dieser Darstellung der Verteilung der Stärkezellen im Rindenparenchym erhellt, daß dieselben in der nächsten Umgebung der Bastfasergruppen zum Vorschein kommen oder den geschlossenen Sclerenchymring von außen umschließen, daß somit eine Wechselbeziehung zwischen dem mechanischen System der Rinde und dem Vorkommen der Stärkezellen stattfinden muß. Diese Beziehung wird noch durch den Umstand bestätigt, daß in den meisten Arten die Stärkezellen verschwinden, sobald das Wachstum der Bastfasergruppen oder des Sclerenchymringes abgeschlossen ist.

Wie erwähnt, wurden die Stärkezellen der Rinde in diesen Fällen, wenn sie eine geschlossene Zellschicht an der inneren Rindengrenze bilden, oft mit den Endodermiszellen der Wurzel verglichen. Einzelne Forscher, wie Haberlandt und Straßburger, halten noch bis nun die Stärkescheide für eine

Endodermis des Stengels. Schon die zerstreute Verteilung der Stärkezellen in vielen Arten spricht dagegen. Außerdem ist das charakteristische Merkmal der Endodermiszellen, die Casparyschen Punkte, an den Zellwänden der Stärkezellen nicht nachzuweisen. Gérard hat zwar bei vielen Arten innerhalb des hypocotylen Gliedes Übergänge zwischen der Endodermis und Stärkescheide beobachtet und spricht die Ansicht aus, daß die Stärkeschicht der Endodermis der Wurzeln entspricht.[1] H. Fischer hat jedoch anläßlich seiner Untersuchungen über den Pericykel die Entwicklung der Stärkeschicht eingehend untersucht und gelangt zum Schlusse, daß zwar die Anschauung von Gérard in vielen Arten zutrifft, jedoch nicht allgemein ist, daß somit die Stärkeschicht den Namen Endodermis nicht verdient, »weil sie anatomisch und physiologisch von der mit diesem Namen belegten Zellreihe in der Wurzel abweicht.«[2]

Dieser Anschauung muß man beistimmen, besonders wenn man die eben geschilderten Gruppierungsverhältnisse der Stärkezellen ins Auge faßt. Die Endodermis der Wurzel bildet eine kontinuierliche Grenzschicht, welche den Pericykel (Perikambium) von der Rinde trennt. Die Stärkeschicht des Stengels zerfällt dagegen sehr häufig in einzelne Zellgruppen, ja sogar in einzelne Stärkezellen, die ohne Verbindung miteinander im Rindenparenchym zerstreut stehen. Sollten die Stärkezellen der Endodermis entsprechen, so müßten sie immer an der inneren Grenze der primären Rinde vorkommen; diejenigen Stärkezellen aber, die zwischen den Bastfasergruppen zerstreut sind, gehören schon der sekundären Rinde an. Die Grenze zwischen der primären Rinde und dem Pericykel ist in diesen Fällen undurchführbar.

Die Stärke aller hier betrachteten Stärkezellen entstammt, wie ich später nachweisen werde, dem Chlorophyllparenchym der primären Rinde. In den Sprossen nämlich, deren Assimilationstätigkeit des Rindenparenchyms unterbrochen wurde, verschwinden die Stärkezellen der Rinde (vgl. Taf. III, Fig. 11).

---

[1] R. Gérard, l. c., p. 300.

[2] H. Fischer, l. c., p. 13.

In vielen Pflanzenarten, die einen Sclerenchymring im Pericykel anlegen und dabei keinen geschlossenen Holzring ausbilden, erscheinen zu beiden Seiten eines jeden Leitbündels zerstreute Stärkezellen. Diese Zellen unterscheiden sich von den in der Rinde vorkommenden Stärkezellen durch ihre Lage und ihre Funktion. Sie treten nämlich an der Innenseite des Sclerenchymringes auf, abgesehen davon, ob es ein einfacher Festigungsring des Pericykels ist, wie er am Querschnitte des Stengels von *Isopyrum thalictroides* (Taf. I, Fig. 11) beobachtet wird, oder aber ein gemischter Sclerenchymring, der mit Bastfasergruppen verwachsen ist, wie in den Arten: *Papaver dubium* (Taf. I, Fig. 9), *Thalictrum minus* (Taf. III, Fig. 7), *Geranium pratense* (Taf. III, Fig. 12). In allen diesen Arten erscheinen stärkeführende Zellen zwischen dem Siebteil des Leitbündels und dem Sclerenchymring. Da aber der Siebteil am Außenrande gewöhnlich mit starken Bastbündeln versehen ist, kommen die Stärkezellen an den Seiten der Leitbündel vor, wo die Schutzscheide unterbrochen ist. Die Stärkekörner dieser Zellen finden ihren Ursprung nicht im Chlorophyllparenchym der Rinde, sondern sie werden durch die Siebteile des Leitbündels geliefert und dienen zum Wachstum des Sclerenchymringes an dessen Innenseite. Die Leitung der plastischen Stoffe findet somit in diesen Zellen von innen nach außen statt, nicht aber, wie in den Stärkezellen der Rinde, von außen nach innen. Um sich davon zu überzeugen, genügt es, alle Blätter eines wachsenden Sprosses abzuschneiden. Nach einigen Tagen sind in der Umgebung der Leitbündel keine Stärkezellen zu finden (vgl. Taf. III, Fig. 12).

II. Über die Veränderungen im Inhalte der Stärkezellen und ihre Ursachen.

Wie schon erwähnt, führte ich meine Untersuchungen derart aus, daß jede Pflanzenart an Quer- und Längsschnitten, die aus verschiedener Höhe desselben Stengels hergestellt waren, untersucht wurde. Alle Schnitte mußten selbstredend zuvor mit Jodlösung tingiert werden. Am besten eignen sich für derartige Untersuchungen diejenigen Schnitte, welche aus Alkoholmaterial hergestellt sind, da in frischen Querschnitten

die feinen Stärkekörner sehr leicht durch Chlorophyllkörper verfärbt werden. An den Schnitten, welche aus vier oder mehr Stellen eines Stengels hergestellt sind, beobachtet man genau die Veränderungen, denen die Stärkezellen im wachsenden Stengel ausgesetzt sind.

Um aber einen klaren Einblick in die inneren Verhältnisse dieser Veränderungen zu gewinnen, muß man dieselbe Pflanzenart in mehreren, mindestens in zwei Entwicklungsstadien untersuchen: in einem jungen Stadium, vor dem Aufblühen des Sprosses und in einem zweiten, wenn die Pflanze blüht oder schon einzelne Früchte trägt. Daß dieses Verfahren unumgänglich notwendig ist, wenn man das Wesen der Stärkezellen kennen lernen will, beweisen einige Beispiele, die ich hier anführen werde.

Galium Mollugo. Der Stengel eines reichblühenden Sprosses wurde an sechs Stellen in verschiedener Höhe auf Stärkekörner untersucht. Der höchste Querschnitt, $^1/_2$ *cm* unter der Stengelspitze, weist in den innersten Zellen des Chlorophyllparenchyms Spuren von Stärkekörnern auf; die stärkeführenden Zellen bilden aber noch keine geschlossene Stärkeschicht. Am zweiten Querschnitte, der 1 *cm* tiefer liegt, sind die Stärkezellen schon zu einer ununterbrochenen Schicht verbunden, enthalten zahlreiche, feine Stärkekörner: die Chlorophyllkörper sind in denselben nur in geringer Anzahl vorhanden. Die Stärkezellen des dritten Querschnittes — 8 *cm* unter dem zweiten — enthalten nur kargen Protoplasmabeleg; die Stärkekörner sind grobkörnig und beweglich: sie sinken auf die unterste Zellwand. Die Stärkezellen dieses Querschnittes sind größer als die des umgebenden Parenchyms und durchsichtig, da sie keine Chlorophyllkörper mehr aufweisen. Am vierten Querschnitte, der 20 *cm* unterhalb des dritten liegt, enthalten die Stärkezellen keine Stärkekörner, sie sind jetzt abgerundet viereckig und ganz durchsichtig. Die Zellen weisen nur stellenweise Spuren von Plasmabeleg an den Zellwänden auf.

Der weitere Querschnitt — 25 *cm* tiefer — enthält inhaltsleere Stärkezellen. Ihre Gestalt ist viereckig, in tangentialer Richtung ausgedehnt (vgl. *Galium verum*, Taf. II, Fig, 12).

Denselben Auszehrungslauf der Stärkezellen beobachtet man an knospentragenden Stengeln derselben Art; der Unterschied besteht nur darin, daß die Auszehrung der Zellen sich langsamer vollzieht. Man findet deshalb labile Stärkekörner in größerer Entfernung von der Stengelspitze.

Den Auszehrungslauf der Stärkezellen kann man ebenso gut an allen Arten der Familie *Boraginaceae* und *Campanulaceae* beobachten. In allen diesen Arten lehnt sich die Stärkeschicht an den Siebbündelring an. Die Pflanzenarten dagegen, die im Pericykel einen Sclerenchymring ausbilden, weisen die Stärkezellen am äußeren Rande des Sclerenchymringes auf. Ein Beispiel liefern die Arten der Gattung *Plantago*. Bei der Beobachtung eines Querschnittes aus der Spindel von *Plantago lanceolata*, die noch junge Knospen trägt, findet man in der innersten Schichte des Chlorophyllparenchyms am äußeren Rande des Festigungsringes kleine, unter Chlorophyllkörpern zerstreute Stärkekörner. Der Festigungsring ist schwach ausgebildet und nicht verholzt. Am tieferen Querschnitte, der aus dem Schafte dicht unterhalb der Knospenähre hergestellt ist, erscheinen in den Stärkezellen zahlreiche große Stärkekörner; gleichzeitig beginnt der Schwund des Plasmainhalts, wobei zuerst die Chlorophyllkörper aus dem Plasma verschwinden. Mit der Auszehrung des Plasmainhaltes tritt die Beweglichkeit der Stärkekörner zutage: sie ist schon in der oberen Schafthälfte zu beobachten. Unterhalb der Schafthälfte wird der Verbrauch der Stärkekörner bemerkbar. Die Zahl derselben wird immer geringer, an der Schaftbasis verschwinden sie vollkommen. Die ursprünglichen Stärkezellen sind in diesem Schaftteile leer und durchsichtig.

Ein je späteres Entwicklungsstadium des Schaftes man untersucht, um so rascher vollzieht sich die Auszehrung der Stärkezellen, um so höher rückt das Leerwerden derselben. In einer älteren Pflanze, deren Ähre schon verblüht, sind die Stärkezellen der ganzen unteren Hälfte des Schaftes inhaltsleer. In fruchttragenden Schäften umschließen nur leere Stärkezellen den Festigungsring.

Dieselben Verhältnisse in der Lage und dem Auszehrungslaufe der Stärkezellen wiederholen sich in den Familien:

Caryophyllaceae, Alsinaceae, Primulaceae, Scleranthaceae, Geraniaceae.

Aus den angeführten Beispielen, deren Zahl sich nach Belieben vermehren läßt, ergibt sich, daß die Stärkezellen der Stengelrinde beim Wachstum des Stengels überhaupt, besonders aber nach dem Verblühen des Sprosses, ihren Inhalt einbüßen. Zuerst werden die Chlorophyllkörper aufgelöst, nachher nimmt bald der Plasmainhalt der Zellen beträchtlich ab. Mit der Zeit überzieht nur eine karge, dünnflüssige Plasmaschicht die Zellwände. Die großen Stärkekörner, die in jüngeren Stärkezellen kleiner waren und im Zellinhalte schwebten, finden im dünnflüssigen Protoplasma keine zureichende Stütze mehr, sie werden labil und sinken auf die unterste Zellwand. Nach und nach verschwindet in älteren Stengelteilen der Rest des Plasmainhalts, so daß schließlich nur einige Stärkekörner am Boden der Zelle zurückbleiben. Bald werden aber auch die Stärkekörner aufgelöst und resorbiert. Die Stärkezellen haben in diesem Entwicklungsstadium ihre Funktion vollzogen: sie sind jetzt leer und sterben schließlich ab. Nach dem Absterben wird gewöhnlich die Zellwand der ursprünglichen Stärkezellen verfärbt: sie wird bräunlich oder ganz braun und hebt sich vom umgebenden Parenchym auffallend ab. Diese Erscheinung läßt sich an fruchttragenden Stengeln in den Familien: *Boraginaceae, Rubiaceae, Campanulaceae* sehr leicht beobachten.

III. Über die Umstände, welche die Auszehrung des Inhalts der Stärkezellen veranlassen.

Daß die Zellen einer typischen Stärkeschicht einer andauernden Auszehrung ausgesetzt sind und daß sie schließlich inhaltsleer und durchsichtig werden, haben schon Fischer und Haberlandt beobachtet.[1] Fischer hat auch zuerst auf Grund dieser Beobachtung die Vermutung geäußert, daß der Verbrauch des Inhalts der Stärkezellen im inneren Zusammenhange mit dem Wachstum des angrenzenden Sclerenchymringes steht. Fischer schreibt nämlich: »Ferner steht die Aus-

[1] G. Haberlandt, Über die Perzeption des geotropischen Reizes, p. 264.

bildung der Schicht in einem unverkennbaren Zusammenhange mit der Entwicklung und dem Verdickungsprozesse des Sclerenchymgewebes. Die ersten regelmäßig gebauten derartigen Zellen zeigen sich dort, wo die Bastbildung am weitesten fortgeschritten ist, und sie gestalten sich um so schöner aus, je regelmäßiger die Bastbelege werden, je mehr sie sich zu einer geschlossenen Sclerenchymzone vereinigen.« [1] Noch stärker betont Fischer diesen Zusammenhang an einer anderen Stelle: »In denjenigen Fällen, wo die untersuchten Pflanzen Bastringe oder doch größere Bastplatten bilden, nimmt die Stärke mit der fortschreitenden Entwicklung des Bastes ab und verschwindet schließlich ganz. Dies läßt sich beobachten bei *Aristolochia, Acer, Heracleum* und *Stachys*. Es dürfte dies eine Bestätigung der schon früher ausgesprochenen Ansicht sein, daß die Stärke zu dem Zwecke gelöst wird, um beim Verdickungsprozesse des Bastes Verwendung zu finden.« [2] Fitting macht auch darauf aufmerksam, daß die Beweglichkeit der Stärkekörner mit der Dünnflüssigkeit des Plasmabeleges in den Stärkezellen im Zusammenhang steht, [3] daß somit das ursprünglich reichliche Plasma in den Stärkezellen aufgezehrt wird.

Bei der Verfolgung des Entwicklungslaufes, respektive Abzehrungslaufes der Stärkezellen zahlreicher Arten der Dicotyledonenklasse findet man viele Beweise, welche die Beobachtung von Fitting sowie die Vermutung von Fischer bestätigen. Fitting hat augenscheinlich den weiteren Verlauf der Abzehrung der Stärkezellen nicht verfolgt, sonst hätte dieser Forscher leicht die Ursache der Dünnflüssigkeit des Plasmabeleges erraten können.

Für die von Fischer hervorgehobene Vermutung sprechen viele Umstände, die bei der Beobachtung größerer Anzahl Arten auffallen müssen; ich will vorläufig folgende derselben anführen: *a)* Daß die Stärkezellen in zahlreichen Arten, besonders in denjenigen, deren Leitbündel einzeln stehen, in denen somit kein

[1] H. Fischer, l. c., p. 14.
[2] Derselbe, l. c., p. 16.
[3] H. Fitting, l. c., p. 389.

geschlossener Sclerenchymring vorkommt, nur an der Außenseite der Bastbündel sich ausbilden (vgl. *Ranunculus bulbosus*, Taf. I, Fig. 4*s*; *Caltha palustris* Taf. I, Fig. 6, 7*s*; *Rumex acetosa* Taf. I, Fig. 3*s*). Wird aber ein geschlossener Sclerenchymring im Pericykel angelegt, dann erscheinen die Stärkezellen dicht an seiner Außenseite als eine ununterbrochene Schicht (vgl. *Coronaria flos cuculi*, Taf. II, Fig. 1*s*; *Plantago lanceolata*, *Primula veris*, *Geranium pratense*, Taf. III, Fig. 12*s*; *Agrimonia Eupatoria*, Taf. II, Fig. 3*s*; *Alchemilla vulgaris*; *b)* daß die Stärke der Stärkezellen aufgelöst wird, sobald das Wachstum der Bastbündel, respektive des Sclerenchymringes vollzogen ist; *c)* daß schließlich die Stärkezellen um so schneller ihren Inhalt einbüßen, je stärker der Sclerenchymring sich ausbildet. Eine eingehende Untersuchung der Stärkezellen liefert überhaupt so zahlreiche Beispiele einer direkten Wechselbeziehung zwischen den Stärkezellen und dem benachbarten Holzgewebe, daß dieselbe ohne weitere Begründung als festgestellt angenommen werden kann. Es läßt sich aber auch mittels einfacher Versuche, in denen durch äußere Eingriffe die inneren Verhältnisse der Stengelentwicklung beeinflußt werden, beweisen, daß ein enger Zusammenhang zwischen Stärkezellen und Holzgewebe besteht, daß nämlich die Stärkezellen, die sich am Umfange des Sclerenchymringes befinden, ihren Inhalt beim Wachstum des Holzgewebes einbüßen, da die plastischen Stoffe dieser Zellen bei der Bildung des Sclerenchymringes verbraucht werden.

In der Art *Geranium pusillum* besteht das mechanische System des Stengels aus einem Sclerenchymring, der im Pericykel angelegt wird. Ich wählte zwei junge Sprosse von gleicher Entwicklung und umwickelte den Stengel des einen Sprosses mit Staniolstreifen, wodurch die Assimilation des Chlorophyllparenchyms der Rinde eingestellt wurde; der zweite Sproß wuchs weiter in normalen Verhältnissen. Nach zehn Tagen wurden die Sprosse abgeschnitten, durch beide Stengel Querschnitte in verschiedener Höhe hergestellt und unter dem Mikroskop untersucht. Der normale Sproß wies in gewisser Entfernung von der Spitze einen stark entwickelten Sclerenchymring mit Stärkeschicht an seiner Außenseite (Taf. III,

Fig. 10). In dem mit Stanniol umwickelten Stengel war der Sclerenchymring schwach angelegt, die Stärkeschichte enthielt aber nur leere Zellen (Taf. III, Fig. 11).

Das mechanische System der Arten der Unterklasse *Sympetalae* besteht im Stengel aus einem Holzring, der durch die Tätigkeit des Cambiums ausgebildet wird. In diesen Arten entwickelt sich die Stärkeschicht an der Außenseite des Leitbündelringes (vgl. Taf. II, Fig. 12). Die Stärkezellen sind in diesen Fällen vom Holzringe durch den Siebbündel- und den Cambiumring getrennt; nichtsdestoweniger stehen dieselben mit dem mechanischen System in dem nämlichen Zusammenhang wie bei *Geranium pusillum*. Ich habe zwei Sprosse von gleicher Entwicklung von *Veronica Teucrium* gewählt, den einen entblättert, den andern unversehrt im weiteren Wachstum belassen. Nach 10 Tagen wurden die Querschnitte der Stengel beider Sprosse untersucht. Im normalen Stengel war der Holzring stark entwickelt, die Stärkezellen enthielten zahlreiche Stärkekörner (Taf. III, Fig. 2). Der Querschnitt des entlaubten Stengels wies einen schwach angelegten Holzring auf, die Stärkezellen waren leer (Taf. III, Fig. 3).

Aus beiden angeführten Versuchen erhellt, daß eine innige Wechselbeziehung zwischen den Stärkezellen und der Entwicklung des mechanischen Systems im Stengel besteht: die Stärkezellen liefern plastische Stoffe, die zum Aufbau des mechanischen Gewebes erforderlich sind (nähere Beschreibung der Versuche, siehe Art. VII).

IV. Über die Umstände, welche das Auftreten der Stärkezellen und die Veränderungen ihres Inhalts bedingen.

Wie schon hervorgehoben, führt das andauernde Wachstum des Holzgewebes im Stengel der dicotylen Pflanzen in der Mehrzahl der Fälle zur vollständigen Entleerung der Stärkezellen der Rinde. Haberlandt hat auch die Ansicht geäußert, daß die Zellen der Stärkescheide in vollständig ausgewachsenen Stengelteilen in der Regel entleert sind. Tatsächlich sind an Querschnitten der Stengel der krautigen Arten zur Blütezeit, besonders aber zur Fruchtzeit, schon einige Zentimeter unter der Stengelspitze nur leere Stärkezellen zu finden. Untersucht

man aber eine große Anzahl Arten aus verschiedenen Pflanzenfamilien, so kommt man zur Überzeugung, daß das Leerwerden der Stärkezellen keineswegs als eine allgemeine Regel angenommen werden kann. Es kommen zahlreiche Arten vor, welche auf verschiedene Weise vom obigen Verhalten der Stärkezellen abweichen. Diese Abweichungen lassen sich in drei Gruppen einteilen.

a) Die Stärkezellen enthalten zur Blütezeit der Pflanze sogar in den untersten Stengelteilen bewegliche Stärkekörner. Hierher gehören: *Linaria vulgaris, Euphrasia stricta, Scrofularia nodosa, Melampyrum arvense, M. nemorosum, Rhinanthus major, Verbascum Lychnitis; Hyoscyamus niger, Solanum nigrum; Symphytum officinale, Cerinthe minor; Impatiens minor, I. noli tangere; Malva silvestris; Verbena officinalis; Euphorbia officinalis, E. helioscopia; Alliaria officinalis, Sisymbrium Sophia, Neslea paniculata; Anthyllis vulneraria, Coronilla varia; Geranium columbinum; Agrimonia Eupatoria.*

b) Da die Stärkezellen der Rinde eine Erscheinung bilden, welche infolge übermäßiger Auszehrung des Rindenparenchyms bei raschem Wachstum des Holzgewebes zutage tritt, kommen dieselben bei mächtig angelegtem Chlorophyllparenchym nur vorübergehend zum Vorschein, und zwar in der Zone des ausgiebigsten Wachstums, dicht unter der Sproßspitze. In diesen Arten werden die Stärkezellen niemals völlig ausgezehrt; sie gewinnen daher beim Nachlassen des Wachstums ihren ursprünglichen Inhalt wieder, d. h. sie enthalten in tiefer liegenden Stengelpartien reichliches Protoplasma mit Chlorophyllkörpern. In diesen Stengelteilen sind die Stärkezellen von dem angrenzenden Parenchym nicht zu unterscheiden. Hierher gehören: *Geum urbanum; Capsella Bursa pastoris, Berteroa incana, Lepidium ruderale, L. Draba, Camelina sativa, Bunias orientalis, Alyssum calycinum, Sisymbrium officinale; Geranium Phaeum, G. sanguineum; Saxifraga granulata, S. tridactylites; Plantago major; Aristolochia Clematitis; Parnassia palustris.*

Manche dieser Arten weisen im Frühjahr, wenn das Längenwachstum des jungen Sprosses in ganzer Höhe sehr ausgiebig ist, die Stärkezellen in der ganzen Länge des Stengels. Diese Erscheinung habe ich an folgenden Arten beobachtet:

Geum urbanum, *Berteroa incana*, *Sisymbrium officinale*, *Aristolochia Clematitis*. Das nämliche Verhalten findet sich aber auch in denjenigen Arten wieder, deren Stärkezellen in späteren Entwicklungsstufen leer werden. So fand ich Stärkezellen in allen Stengelteilen junger Sprosse der Arten: *Thlaspi arvense*, *Sinapis arvensis*, *Diplotaxis muralis*, *Erisymum Cheiranthoides*, *Lithospermum arvense*, *Anchusa officinalis*, *Salvia pratensis*, *Galium silvaticum*. Dieses übereinstimmende Verhalten der Stärkezellen in jungen Sprossen der Arten, die in späteren Entwicklungsstufen in dieser Hinsicht sich unterscheiden, liefert den Beweis, daß das Vorkommen der Stärkezellen in der Rinde mit dem Wachstumsvorgang des Holzgewebes in enger Beziehung steht.

c) Schließlich kommen die Arten, in deren Rinde weder in jungen, noch in späteren Entwicklungsstufen keine Stärkezellen nachzuweisen sind; diese Arten entbehren der Stärkekörner der Rinde. Hierher gehören die von mir untersuchten Arten der Familien *Ranunculaceae*, *Papaveraceae*, *Fumariaceae*, wie: *Isopyrum thalictroides*, *Nigella damascena*, *N. aristata*, *Aquilegia vulgaris*, *Delphinium consolida*, *Aconitum Napellus*, *Anemone nemorosa*, *Pulsatilla vulgaris*, *Hepatica nobilis*, *Thalictrum flavum*, *T. angustifolium*; *Papaver somniferum*, *P. Rhoeas*, *P. dubium*, *Chelidonium majus*; *Corydalis cava*, *Fumaria parviflora*, *F. officinalis*, *Dicentra spectabilis*. Auch in anderen Familien finden sich solche Arten vor, wie; *Sisymbrium Thalianum*, *Vaccaria pyramidata*, *Silene nutans*, *Potentilla Tormentilla*, *Androsace septentrionalis*.

Viele der angeführten Arten — besonders die der zweiten Gruppe — gehören den Familien an, deren Arten in der Regel in späteren Entwicklungsstufen leere Stärkezellen aufweisen. Dieser Umstand läßt vermuten, daß die anatomischen Verhältnisse im Stengelbau der aufgezählten Arten eine merkliche Abweichung vom normalen Bau der übrigen Arten erkennen lassen. Beim Vergleich des anatomischen Stengelbaues der Arten, deren Stärkezellen ausgezehrt und leer werden, mit nahe verwandten Arten, deren Stärkezellen im späteren Alter reichliches Protoplasma mit Chlorophyllkörpern enthalten, z. B. *Geranium pusillum* mit *G. sanguineum*, erweist sich auch

die Tatsache, daß die Zellen des Chlorophyllparenchyms der Rinde in *G. sanguineum* klein und dichtgedrängt stehen, dabei aber sehr zahlreiche Chlorophyllkörper besitzen, wogegen das Chlorophyllparenchym von *G. pusillum* aus großen Zellen mit zerstreuten Chlorophyllkörpern besteht. Wenn man bedenkt, daß die Chlorophyllkörper beinahe ausschließlich im Protoplasma der Zellwände vorkommen, läßt sich leicht einsehen, daß die Anzahl derselben in einer Raumeinheit des kleinzelligen Parenchyms bei weitem größer ist als im großzelligen Parenchym. Dementsprechend muß im ersteren Falle die Lieferung der plastischen Stoffe in sonst gleichen Bedingungen bedeutend ausgiebiger sein als im großzelligen Parenchym. Hierin liegt auch die Ursache, daß die inneren Zellen des großzelligen Parenchyms mit schwacher Produktion von plastischen Stoffen bei raschem Wachstum des Holzgewebes bald ausgezehrt werden, wobei die ursprünglichen Stärkezellen in späteren Entwicklungsstadien entleert werden müssen.

Zu denselben Ergebnissen gelangt man bei mikroskopischer Untersuchung und beim Vergleich des Stengelbaues der Arten: *Geranium phaeum* mit *G. Robertianum*, *Plantago major* mit *P. lanceolata*, *Sisymbrium Thalianum* (III. Gruppe) mit *S. Sophia*, *Berteroa incana* mit *Erisymum Cheiranthoides*. In allen denjenigen Arten, in deren Rinde die Stärkezellen nur vorübergehend oder gar nicht zum Vorschein kommen, besteht das Chlorophyllparenchym der Rinde aus dichtgedrängten, kleinen, mit sehr zahlreichen Chlorophyllkörpern ausgestatteten Zellen.

Bei der Betrachtung des Auszehrungslaufes der Stärkezellen müssen somit zwei Gewebearten berücksichtigt werden; das Holzgewebe und das Chlorophyllparenchym. Je stärker, je schneller das Holzgewebe angelegt wird, um so rascher werden die Stärkezellen ausgezehrt; je mächtiger das Chlorophyllparenchym der primären Rinde sich ausbildet, desto länger behalten dieselben ihren Inhalt. Bei sehr stark entwickeltem Chlorophyllparenchym der Rinde — wie dies in der Gruppe *c* der Fall ist — kommen die Stärkezellen an der inneren Grenze des Rindenparenchyms gar nicht zum Vorschein.

Aus diesem Grunde will ich als Einleitung zur Erkenntnis der Eigenschaften der Stärkeschicht eine allgemeine Übersicht der anatomischen Bauverhältnisse im Stengel der untersuchten dicotylen Arten voraussenden, mit besonderer Berücksichtigung des mechanischen Gewebes und des Chlorophyllparenchyms. Bei der ungemein großen Verschiedenheit in der Entwicklung und Gruppierung der Stärkezellen habe ich die Familien mit verwandtem Stengelbau in Gruppen zusammengefaßt, wodurch im allgemeinen Überblick der Anordnung der Stärkezellen in bezug auf die erwähnten Gewebearten ermöglicht wird.

V. Vergleichende Übersicht der Verteilung der Stärkezellen im dicotylen Stengel.

Erste Gruppe.

Der anatomische Bau des mechanischen Systems der Polygonaceen, die der ersten Gruppe angehören, ist sehr einfach, an den inneren Bau gewisser Orchidaceen erinnernd. Die Leitbündel sind im Stengel zu zwei Kreisen angeordnet. Der äußere Kreis besteht aus kleineren Bündeln, die vermittels eines Sclerenchymringes mit den größeren, mehr nach innen vorspringenden Leitbündeln verbunden sind (Taf. I, Fig. 2 *c*). In den *Rumex*-Arten sind die einzelnen Bastfasergruppen durch das dazwischen gelegene sclerosierte Parenchym vereinigt. Die Arten der Gattung *Polygonum* bilden dagegen einen homogenen Bastring aus, der in einzelnen Arten auch in späten Entwicklungsstufen des Stengels als geschlossener Ring fortbesteht (Taf. I, Fig. 2), in stark belaubten Arten ist aber derselbe durch Entwicklung des Holzringes in einzelne Bastfasergruppen gesprengt (Taf. I, Fig. 1, *d*).

Die Stärkezellen lehnen sich bei gleichmäßig ausgebildetem Sclerenchymring an die Außenseite desselben an (Taf. I, Fig. 2 *s*); in den *Rumex*-Arten begleiten sie nur die Bastfasergruppen und bilden damals sichelförmige Belege an ihrer Außenseite (Taf. I, Fig. 3 *s*).

Das Chlorophyllparenchym der Rinde bildet in runden Stengeln eine ununterbrochene, schwach entwickelte Schicht; in den Arten dagegen, an deren Stengelkanten Collenchym-

stränge auftreten, ist dieselbe in einzelne, stark angelegte Längsstreifen aufgelöst.

Hierher gehören: *Rumex crispus*, *R. conglomeratus*, *R. Acetosa*, *R. Acetosella*: *Polygonum Fagopyrum*, *P. Bistorta*, *P. lapathifolium*, *P. aviculare*, *P. viviparum*, *P. mite*.

Abgebildet: *Polygonum aviculare*, Taf. I, Fig. 1; *P. Bistorta*, Taf. I, Fig. 2; *Rumex acetosa*, Taf. I, Fig. 3.

Bei der Betrachtung eines Querschnittes von *Rumex acetosa*, der durch das mittlere Dritteil eines blühenden Stengels hergestellt wurde, fallen die stark an den Kanten ausgebildeten Collenchymstränge auf, zwischen denen chlorophyllführendes Parenchym in mächtigen Lagen auftritt (Taf. I, Fig. 3). Auf dieses folgt nach innen chlorophyllfreies Grundparenchym, in welchem halbmondförmige Bastbündel die Siebbündel umgeben. An dem Außenrande der Bastbündel bilden die Stärkezellen bogenförmige, einschichtige Belege (Taf. I, Fig. 3*s*). Die größeren Leitbündel stehen im äußeren Kreise, die kleineren sind ein wenig nach innen verdrängt. Die Innenseite der Gefäßteile ist mit schwach angelegten Sclerenchymscheiden versehen, die sich zwischen zwei benachbarten Leitbündeln mittels sclerosierten Parenchyms mit den Bastbündeln verbinden, so daß jedes Leitbündel von allen Seiten durch eine Sclerenchymscheide umschlossen ist. Die Cambiumtätigkeit ist nur in den Leitbündeln zu beobachten, ohne sich auf die interfascialen Räume zu erstrecken.

Alle von mir untersuchten *Rumex*-Arten weisen einen ähnlichen Bau auf. Die Stärkezellen sind bei *R. Acetosa* und *R. Acetosella* in sichelförmige Reihen am Außenrand der Bastbündel angeordnet. In anderen Arten, wie *R. crispus*, *R. conglomeratus*, in denen die Leitbündel dicht nebeneinander stehen, bilden die Stärkezellen einen ununterbrochenen Ring. Die Stärkekörner sind noch zur Blütezeit der Pflanzen sogar in den untersten Stengelteilen zu finden; sie verschwinden erst in fruchttragenden Sprossen.

In der Gattung *Polygonum* bildet das Collenchym eine geschlossene Schicht (Taf. I, Fig. 2*a*); seltener sind einzelne Collenchymbündel in subepidermale Bastbündel umgestaltet (Taf. I, Fig. 1*a*), eine Erscheinung, die ich sonst nur bei *Lycium*

barbarum und einigen Umbelliferenarten beobachtet habe. Die Bastbündel sind in einen gleichmäßig ausgebildeten Bastring vereinigt, der von außen durch eine einschichtige Lage von Stärkezellen begrenzt ist. Der Bastring, der in den Arten *P. Bistorta* und *P. viviparum* auch in späteren Entwicklungsstadien nicht unterbrochen wird, erleidet in reich belaubten Arten, wie *P. lapathifolium, P. aviculare, P. orientale* durch Cambiumtätigkeit eine Auflösung in einzelne größere oder kleinere Bastbündel (Taf. I, Fig. 1 *d*).

Die Stärkezellen, die in den oberen und mittleren Stengelteilen ungemein große Stärkekörner enthalten, umgeben von außen den Bastring auch in diesen Fällen, wenn derselbe in einzelne Bastbündel gesprengt ist. Sie enthalten noch nach dem Aufblühen zahlreiche Stärkekörner, die erst zur Fruchtzeit aufgelöst werden.

Zweite Gruppe.

Die Leitbündel von ungleicher Größe stehen abwechselnd zu einem gemeinsamen Kreise angeordnet; die kleineren springen — im Gegensatz zur vorhergehenden Gruppe — etwas nach außen vor. Da das Cambium nur innerhalb der Leitbündel tätig ist, wird ein geschlossener Holzring auch in vorgerückten Entwicklungsstadien nicht angelegt. Das mechanische System des Stengels besteht hauptsächlich aus einem Sclerenchymring, der sehr oft mit einem Bastring verwachsen ist (Taf. I, Fig. 9, 10 *c, d*), oder aus Bastfasergruppen, welche vermittels sclerosierten Grundparenchyms verbunden sind. Einzelne Arten mit saftigem Stengel bilden nur am Umfange der Leitbündel starke Sclerenchymscheiden aus (Taf. I, Fig. 7). Mit Ausnahme des letzteren Falles spielt der Holzteil der Leitbündel dieser Gruppe im mechanischen System des Stengels keine namhafte Rolle.

Das chlorophyllführende Parenchym der Rinde ist im allgemeinen stark entwickelt (Taf. I, Fig. 8, 10, 11, 12). Die Stärkezellen treten daher niemals am Umfang des Sclerenchymringes auf; man findet dieselben nur in jungen Entwicklungsstadien als sichelförmige Belege an der Außenseite der Bastbündel (Taf. I, Fig. 4 *s*), später zu beiden Seiten des Siebteiles (Taf. I, Fig. 5 *s*).

Hierher gehören die Familien: *Ranunculaceae, Papaveraceae, Fumariaceae* mit folgenden von mir untersuchten Arten: *Clematis Vitalba, Thalictrum minus, T. angustifolium, Hepatica nobilis, Pulsatilla pratensis, Anemone nemorosa, Ranunculus auricomus, R. acer, R. lanuginosus, R. bulbosus, R. sceleratus, Caltha palustris, Trollius europaeus, Isopyrum thalictroides, Aquilegia vulgaris, Actaea spicata, Delphinium consolida, Aconitum Napellus; Papaver Rhoeas, P. dubium, P. somniferum, Chelidonium majus; Fumaria officinalis, Corydalis solida, Dicentra spectabilis.*

Abgebildet: *Ranunculus bulbosus*, Taf. I, Fig. 4; *R. lanuginosus*, Taf. I, Fig. 5; *Caltha palustris*, Taf. I, Fig. 6, 7, Taf. II, Fig. 4; *Pulsatilla pratensis*, Taf. I, Fig. 8; *Aconitum Napellus*, Taf. I, Fig. 10; *Isopyrum thalictroides*, Taf. I, Fig. 11; *Thalictrum minus*, Taf. III, Fig. 7; *Papaver dubium*, Taf. I, Fig. 9; *Dicentra spectabilis*, Taf. I, Fig. 12.

Als ein typisches Beispiel des anatomischen Baues des Stengels dieser Gruppe kann die Art *Aconitum Napellus* dienen. Der Querschnitt durch den oberen Teil des kantigen Stengels zeigt unter der Epidermis eine mächtig ausgebildete Lage vom Chlorophyllparenchym (Taf. I, Fig. 10 *b*), das sich an den ebenso stark angelegten Sclerenchymring *(c)* unmittelbar anlehnt. Die Stärkezellen, die in den später zu betrachtenden Arten der dritten Gruppe (vgl. Taf. II, Fig. 1) am äußeren Rande des Sclerenchymringes auftreten, kommen in den Arten der zweiten Gruppe nicht zum Vorschein. Der wellige innere Rand des Sclerenchymringes schmiegt sich an die halbmondförmigen Bastfasergruppen *(d)* an, die zu einem besonderen Ringe verschmelzen. Der Holzteil der Leitbündel ist schwach angelegt und ist von schwachen Sclerenchymscheiden umgeben, so daß das mechanische System des Stengels an der Außenseite der Siebbündel, somit im Pericykel ausgebildet ist.

In den Markparenchymzellen, die an die Holzteile anstoßen, beobachtet man zahlreiche Stärkekörner, besonders zu beiden Seiten der Holzteile. Diese Stärkezellen, deren Bedeutung ich in weiteren Abschnitten erklären werde, kommen in allen Arten dieser und der nächstfolgenden Gruppe in jüngeren Entwicklungsstadien vor (Taf. III, Fig. 7 *s*).

Unter Bezugnahme auf den Stengelbau der Arten erster Gruppe ist hervorzuheben, daß in den Arten der zweiten Gruppe eine Verschiebung des mechanischen Systems in den Pericykel erfolgt, eine Erscheinung, welche sich in der folgenden Gruppe noch in höherem Grade vollzieht.

Das von Solereder hervorgehobene Merkmal der Ranunculaceen, die V-förmige Entwicklung des Holzteiles,[1] wird dadurch betätigt, daß die einzeln stehenden Leitbündel an den Seiten sich stark entwickeln; dies ist aber auch in anderen Familien mit einzeln stehenden Leitbündeln, wie z. B. in der Familie *Geraniaceae* (Taf. III, Fig. 12) noch in höherem Grade zu beobachten.

Derartigen anatomischen Bau des Stengels, wie der beschriebene, weisen viele andere Arten dieser Gruppe auf, wie: *Actaea spicata, Thalictrum flavum, T. minus, T. angustifolium; Delphinium consolida, Papaver dubium, P. Rhoeas, Chelidonium majus.*

In allen diesen Arten beteiligen sich am Aufbau des Sclerenchymringes zwei Bestandteile: der eigentliche Festigungsring und die Bastfasergruppen, welche den Siebteil umfassen und sich gewöhnlich durch einen halbmondförmigen Querschnitt auszeichnen. Bemerkenswert ist, daß in der Familie *Papaveraceae* der Festigungsring sehr stark angelegt wird, die Bastfasergruppen dagegen sich schwächer entwickeln (Taf. I, Fig. 9). Die Arten der Gruppe *Anemoneae* und der Familie *Fumariaceae* besitzen einen gemischten, kontinuierlichen Sclerenchymring (Taf. I, Fig. 12), welcher aus Bastfasergruppen und dem dazwischen gelegenen sclerosierten Grundparenchym zusammengesetzt ist. Demselben anatomischen Bau begegnet man auch in den meisten Arten der Gattung *Ranunculus*, wie bei *R. acer, R. bulbosus* (Taf. I, Fig. 4), *R. auricomus, R. lanuginosus* und in der Art *Trollius europaeus*. In den Arten, die am feuchten Boden wachsen, wie *Caltha palustris* (Taf. I, Fig. 6, 7), *Ficaria ranunculoides, Ranunculus sceleratus*, besteht das mechanische System des Stengels nur aus Holzteilen der Leit-

[1] Solereder H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899, p. 18.

bündel und aus Sclerenchymscheiden, welche jedes einzelne Leitbündel umgeben; diese Arten entbehren eines geschlossenen Sclerenchymringes.

Eine Übergangsform, welche als Bindeglied zwischen der zweiten und der nächstfolgenden Gruppe angesehen werden kann, bildet der Bau des Stengels von *Isopyrum thalictroides*. An der Außenseite der Siebteile werden im Stengel dieser Art keine Bastbündel angelegt; der Festigungsring, der unmittelbar an das Chlorophyllparenchym angrenzt, bildet somit das einzige mechanische System des Stengels, da der Holzteil der Leitbündel sehr schwach entwickelt ist (Taf. I, Fig. 11). Derartigen Stengelbau weisen ganze Familien auf, die der folgenden Gruppe angehören, wie: *Geraniaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae, Primulaceae.*

Eine Stärkeschicht an der Außenseite des Festigungsringes, wie sie in übrigen Familien vorkommt, habe ich in den Familien der zweiten Gruppe weder in jüngeren, noch in älteren Entwicklungsstufen beobachtet. An diesen Stellen dagegen, wo die Bastfasergruppen zur Entwicklung gelangen, fand ich an den Querschnitten durch ganz junge Stengelteile zahlreiche bogenartig angeordnete Stärkezellen, welche die in Entwicklung begriffenen Bastfasergruppen umgeben, in kurzer Zeit aber, nach Maßgabe der Verholzung der Bastfasern, verschwinden, so daß schließlich nur einzelne Stärkezellen zu beiden Seiten des Siebbündels zu finden sind. Besonders auffallend tritt diese Erscheinung in vielen Arten der Gattung *Ranunculus* auf. Der Querschnitt durch einen jungen Knospenstiel von *Ranunculus bulbosus* (Taf. I, Fig. 4) zeigt am äußeren Rande der jungen Bastbündel, in denen die Bastfasern noch nicht verholzt sind, bogenartig angeordnete Stärkezellen *(s)*. Am Querschnitt, der durch einen jungen Stengelteil hergestellt ist, beobachtet man schon fertig ausgebildete Bastbündel; die Stärkezellen gruppieren sich damals nur an beiden Seiten der Siebteile (Taf. I, Fig. 5 *s*). In späteren Entwicklungsstufen verlieren auch diese Zellen ihre Stärkekörner, da das Wachstum der Bastbündel abgeschlossen ist.

Diese Anordnung der Stärkezellen liefert den Beweis, daß die Stärkekörner zum Aufbau der Bastfasergruppen dienen;

sind aber diese völlig ausgebildet, dann wird die Stärke überflüssig.

Noch auffallender gestaltet sich die Anordnung der Stärkezellen in jungen Stengeln von *Caltha palustris*. Wie schon erwähnt, wird im Stengel dieser Art kein geschlossener Sclerenchymring angelegt. Die Leitbündel, die ins Aërenchym eingebettet sind, werden von innen und von außen mit einer Sclerenchymscheide umgeben; an den Seiten vereinigen sich die Sclerenchymbelege. Der Querschnitt durch einen jungen Knospenstiel (Taf. I, Fig. 6) zeigt am ganzen Umfang der Leitbündel eine geschlossene Schicht von Stärkezellen *(s)*. Sobald der Holzteil seine Sclerenchymscheide ausgebildet hat, verschwinden die Stärkekörner an der Außenseite derselben, verbleiben aber noch bei den Bastbündeln, da dieselben bei weitem mächtiger angelegt werden, was am Querschnitt eines älteren Stengels zu beobachten ist (Taf. II, Fig. 4 *s*). Nach Maßgabe der Verholzung der Bastfasergruppen büßen auch diese Stärkezellen ihren Inhalt ein, so daß am Umfang einer fertigen Sclerenchymscheide keine Stärkezellen mehr vorhanden sind (Taf. I, Fig. 7).

Sowohl die geschilderte Anordnung der Stärkezellen, als auch ihr zeitigeres Verschwinden an der Außenseite der Holzteile liefert den besten Beweis, daß der funktionelle Wert dieser Stärkezellen kein anderer ist als die Lieferung der Stärke für den Aufbau der Sclerenchymscheide, die das Leitbündel umgibt.

Dritte Gruppe.

Ein stark angelegter Sclerenchymring im Pericykel, dagegen Mangel an Bastfasergruppen und schwach entwickelte Holzteile in den Leitbündeln, bilden das charakteristische Merkmal der Arten der dritten Gruppe.

Die Leitbündel sind ins Grundparenchym eingebettet und zu einem oder zu zwei Kreisen am Umfang des Stengels angeordnet (vgl. Taf. II, Fig. 1). Am Gefäßteil wird keine Sclerenchymscheide angelegt, so daß derselbe gewöhnlich nur aus Gefäßen und Vasalparenchym besteht. In der Regel legen die Arten dieser Gruppe auch keine Bastfaserbelege an; das

mechanische System des Stengels besteht somit nur aus einem Sclerenchymring, der im Pericykel ausgebildet wird. Der Sclerenchymring ist in seinem äußeren Teile aus langgestreckten Sclerenchymzellen, im inneren aus sclerosiertem Parenchym zusammengesetzt und wächst von außen nach innen: die zuerst ausgebildete Sclerenchymschicht stößt unmittelbar an die chlorophyllführenden Zellen an.

Die Stärkezellen erscheinen als eine geschlossene Stärkeschicht am äußeren Rande des Sclerenchymringes: sie entstehen aus der innersten Zellschichte des Chlorophyllparenchyms der primären Rinde. Die Stärkeschicht der dritten Gruppe entspricht daher der Endodermis der Wurzel.

In diese Gruppe gehören die Arten der Familien: *Caryophyllaceae, Alsinaceae, Geraniaceae, Primulaceae, Plantaginaceae, Scleranthaceae, Cucurbitaceae, Saxifragaceae.* Ich habe folgende Arten untersucht: *Tunica prolifera, Dianthus Carthusianorum, Saponaria officinalis, Cucubalus baccifer, Silene Otites, S. vulgaris, S. nutans, Viscaria vulgaris, Coronaria flos cuculi, Melandryum album, Agrostemma Githago; Spergula arvensis, Stellaria holostea, Malachium aquaticum, Cerastium arvense*; *Geranium phaeum, G. palustre, G. pratense, G. sanguineum, G. Robertianum; Trientalis europaea, Lysimachia vulgaris, Androsace septentrionalis, Primula officinalis, Hottonia palustris; Plantago major, P. lanceolata, P. media; Bryonia alba, Cucumis sativus, Sicyos angulata; Scleranthus perennis; Parnassia palustris, Saxifraga granulata, Aristolochia Clematitis.*

Abgebildet: *Coronaria flos cuculi,* Taf. II, Fig. 1, *Silene Otites.* Taf. III, Fig. 5, 6; *Geranium pratense,* Taf. III, Fig. 12.

Der Querschnitt durch den mittleren Teil eines blühenden Stengels von *Coronaria flos cuculi* (Taf. II, Fig. 1) zeigt unter der Epidermis ein stark ausgebildetes Chlorophyllparenchym, dessen Zellen mit Chlorophyllkörpern dicht besetzt sind. Die Collenchymstränge werden an den Stengelkanten nicht angelegt, ein Merkmal, durch welches sich die kantigen Stengel dieser Gruppe auszeichnen. Eine Ausnahme bilden nur die Arten der Familie *Cucurbitaceae.* An die chlorophyllführenden Zellen grenzt nach innen die Stärkeschicht, die aus hellen, inhalts-

armen Zellen zusammengesetzt ist, in denen zerstreute Stärkekörner zu beobachten sind. An den Querschnitten, die aus den obersten Stengelteilen hergestellt sind, findet man in diesen Zellen neben den Stärkekörnern zahlreiche Chlorophyllkörper, ein Beweis, daß die Stärkeschicht aus der innersten Lage des Chlorophyllparenchyms entstanden ist. Die Stärkeschicht umschließt unmittelbar den Sclerenchymring, dessen erste Elemente sich dicht unter der Stärkeschicht ausbilden, worauf das Wachstum nach innen fortschreitet.

Die größeren Leitbündel verlaufen unter den Stengelkanten, die kleineren sind zwischen denselben zerstreut. Sie bilden keine Bastbündel aus, auch der Holzteil besitzt keine Sclerenchymscheide. Der Sclerenchymring bildet hauptsächlich das mechanische System des Stengels.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem mechanischen Bau der Arten der vorhergehenden und der dritten Gruppe liegt darin, daß in den Arten der dritten Gruppe die Bastbündel zur Entwicklung nicht gelangen, sich somit an dem Bau des Sclerenchymringes nicht beteiligen, was in der zweiten Gruppe in hohem Maße vorkommt. In gewissen *Geranium*-Arten dringen die Fortsätze des Sclerenchymringes in die Siebteile der Bündel ein, wodurch eine strebeartige Verstärkung an der Innenseite des Sclerenchymringes erzeugt wird, was am Querschnitt durch den Stengel von *G. pratense* besonders auffällt (Taf. III, Fig. 12).

In allen übrigen Arten dieser Gruppe erreicht der Sclerenchymring die Siebteile, ohne besondere Fortsätze auch in späteren Entwicklungsstadien an seiner Innenseite zu bilden, wie dies bei *Plantago lanceolata* und *Primula veris* zu beobachten ist. In gewissen Arten schreitet die Verholzung des Grundparenchyms so weit fort, daß auch die primären Markstrahlen verholzt sind, wie bei *Lysimachia vulgaris* (Taf. II, Fig. 6, *c*); in anderen Arten, wie bei *Silene Otites*, *Androsace septentrionalis* umfaßt das verholzte Parenchym alle Holzteile der Leitbündel auch von der Innenseite derselben. Die Stengel der saftigen oder rankenden Arten weisen dagegen auch in späteren Entwicklungsstufen sehr schwachen, gewöhnlich aus zwei oder drei Zellagen bestehenden Sclerenchymring auf, was bei

Stellaria holostea, Cerastium arvense, Malachium aquaticum, Cucubalus baccifer vorkommt.

Wie schon hervorgehoben, entspricht in der Klasse der Dicotyledonen sehr selten die Stärkeschicht des Stengels der Endodermis der Wurzel. In den Arten der dritten Gruppe ist dies wenigstens genetisch der Fall. Die Stärkezellen entstehen hier nämlich aus der innersten Zellage des Chlorophyllparenchyms, sie liegen somit an der Grenze der primären Rinde und des Zentralzylinders. Dieselben enthalten anfänglich nur Chlorophyllkörper; später erscheinen in ihrem Inhalt winzige Stärkekörner, die in unteren Querschnitten immer größer werden; die Chlorophyllkörper verschwinden unterdessen. In späteren Entwicklungsstufen wird der Plasmainhalt ausgezehrt, die Stärkekörner sinken, da sie keine Stütze im dünnflüssigen Plasma finden, auf die unterste Zellwand. Endlich werden auch die Stärkekörner aufgelöst und aufgezehrt. Die Stärkezellen sind inhaltsleer und durchsichtig, sie heben sich dadurch von den umgebenden Parenchymzellen stark ab.

Den geschilderten Verlauf der Veränderungen im Inhalt der Stärkezellen weisen viele Arten dieser Gruppe auf. An diesen Arten bestätigt sich die Anschauung von Fischer, der zufolge ein inniger Zusammenhang zwischen der Auszehrung der Stärkezellen und dem Wachstumsvorgang des Sclerenchymringes stattfindet. Man bemerkt aber gleichzeitig an anderen Arten, daß die Auszehrung der Stärkezellen noch von der Ausbildung des angrenzenden Chlorophyllparenchyms beeinflußt wird. Bei schwacher Entwicklung des Chlorophyllparenchyms der Rinde erscheinen die Stärkezellen dicht unmittelbar unter der Stengelspitze und büßen in den unteren Stengelteilen ihren ganzen Inhalt ein. In den Arten dagegen, deren Rinde mit mächtiger Lage von Chlorophyllparenchym versehen ist, kommen die Stärkezellen gar nicht zum Vorschein, wie dies in der Art *Androsace septentrionalis* der Fall ist, oder sie kommen zwar auf einer kurzen Strecke unter der Stengelspitze vor, gewinnen aber später ihren ursprünglichen Inhalt — Protoplasma mit Chlorophyllkörpern — wieder. Hierher gehören: *Saxifraga granulata, Parnassia palustris, Geranium phaeum, G. sanguineum, G. palustre, Plantago major.* Dieses Verhalten

der Stärkezellen läßt schließen, daß die Stärkezellen ihre plastischen Stoffe von den chlorophyllführenden Zellen der Rinde erhalten und dieselben an den im Wachstum begriffenen Sclerenchymring abgeben. Bei raschem Ersatz der eingebüßten Stoffe, was bei stark ausgebildetem Chlorophyllparenchym der Fall ist, werden die Stärkezellen niemals übermäßig ausgezehrt. Sie erholen sich beim Nachlassen des Wachstums des Sclerenchymringes in tieferen Stengelteilen und erhalten ihren ursprünglichen Inhalt; sie gehören nun wieder zum Chlorophyllgewebe.

Diese Auffassung der funktionellen Bedeutung der Stärkezellen läßt sich noch auffallender unter Zuhilfenahme geeigneter Versuche begründen (vgl. Art. VII Versuche).

In der vergleichenden Übersicht des mechanischen Stengelbaues der Dicotyledonen, die Schwendener bearbeitet hat, wurde die genetische Seite des Sclerenchymringes nicht in Betracht gezogen.[1] Schwendener hat nämlich gar nicht auseinandergesetzt, ob der Sclerenchymring als reiner Festigungsring im Pericykel angelegt wird oder aus einem Festigungsring besteht, der mit den Bastfasergruppen verwachsen ist, oder schließlich aus Bastfasergruppen und dem dazwischen gelegenen sclerosierten Parenchym gebildet ist. Deshalb gehören die drei erörterten Gruppen bei Schwendener der ersten Gruppe an.

Das gemeinsame Merkmal dieser drei Gruppen ist, daß das mechanische System des Stengels vorwiegend oder ausschließlich im Pericykel liegt. Am auffallendsten tritt dieser Bau in der dritten Gruppe auf, welcher die Bastfasergruppen völlig abgehen. Der Stengelbau, dessen mechanisches System einen starken Festigungsring und schwach ausgebildete Holzteile der Leitbündel aufweist, findet sich in der Familie *Orchidaceae* vor; die Arten der drei ersten Gruppen zeichnen sich somit durch nahe Verwandtschaft mit den Monocotyledonen aus.

In den folgenden Gruppen begegnet man einem geschlossenen Sclerenchymringe sehr selten; er kommt nur in der

[1] Schwendener S., Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig 1874, p. 143.

Familie *Rosaceae*, und zwar in krautartigen Stengeln vor, wie z. B. bei *Geum urbanum, G. rivale, Fragaria vesca, F. collina, Potentilla argentea, Alchemilla vulgaris, Sanguisorba minor, S. officinalis, Agrimonia Eupatoria* (Taf. II, Fig. 3), *Filipendula Ulmaria*. Der Sclerenchymring dieser Arten besteht aus Bastfasergruppen, die zu einem geschlossenen Ringe vereinigt sind.

Vierte Gruppe.

Die Gefäßbündel sind zu einem regelmäßigen Kreise angeordnet und verbinden sich vermittels des Libriforms in einen geschlossenen Ring, der durch Cambiumtätigkeit nach außen zu wächst und in späteren Entwicklungsstufen des Stengels einen mächtigen Holzring bildet. Noch bevor der Holzring ausgebildet ist, werden an der Außenseite der Siebteile dicht nebeneinander liegende Bastfasergruppen angelegt, die sich in krautartigen Pflanzen zu einem geschlossenen Bastfaserring verbinden. In jungen Entwicklungsstadien des Stengels bildet dieser Bastfaserring das eigentliche mechanische System desselben; im späteren Alter übernimmt in strauch- und holzartigen Pflanzen diese Rolle der Holzring.

Die Stärkezellen erscheinen in der Rinde aller Arten dieser Gruppe nicht nur am Umfang des Bastfaserringes, sondern, wenn die Bastfasergruppen einzeln stehen, auch zwischen denselben. Sie bilden somit in diesem Falle keine regelmäßige Stärkeschicht; nur in krautartigen Stengeln mit geschlossenem Sclerenchymring lehnt sich die Stärkeschicht an die Außenseite desselben als eine regelmäßige Stärkescheide an.

Hierher gehören die Arten der Familien: *Rosaceae, Pomaceae, Amygdalaceae, Ulmaceae, Cupuliferae, Betulaceae, Salicaceae, Aceraceae, Tiliaceae, Malvaceae, Compositae.*

Aus diesen Familien habe ich folgende Arten untersucht: *Rosa canina, Rubus Idaeus, Dryas octopetala, Geum urbanum, G. rivale, Fragaria vesca, F. collina, Potentilla argentea, P. silvestris, P. verna, Alchemilla vulgaris, Sanguisorba officinalis, S. minor, Agrimonia Eupatoria, Filipendula Ulmaria, F. hexapetala, Aruncus silvester; Crataegus Oxyacantha, Pirus communis, P. malus, P. Aucuparia; Prunus Cerasus, P. Padus, P. spinosa; Ulmus campestris; Fagus silvatica, Quercus Robur,*

Corylus Avellana, Carpinus Betulus, Betula alba; Salix fragilis, S. aurita, Populus tremula, P. alba; Acer campestre, A. Negundo; Tilia cordata; Malva silvestris, M. alcea; Bellis perennis, Erigeron acer, Solidago Virga aurea, Inula britannica, Aster parviflorus, Stenactis bellidiflora, Xanthium strumarium, Galinsoga parriflora, Helichrysum arenarium, Artemisia campestris, A. vulgaris, Achilea millefolium, Tanacetum vulgare, Chrysanthemum Leucanthemum, Tussilago farfara, Arnica montana, Senecio Jakobaeus, Echinops banaticus, Cirsium rivulare, Carduus crispus, Lappa tomentosa, Serratula tinctoria, Centaurea Cyanus, C. Jacea, C. Rhenana, Lapsana communis, Cichorium Intybus, Leontodon hastilis, Prenanthes purpurea, Taraxacum officinale, Hieracium pilosella, H. umbellatum.

Abgebildet: *Agrimonia Eupatoria,* Taf. II, Fig. 3; *Crataegus Oxyacantha*, Taf. II, Fig. 2; *Tilia cordata*, Taf. II, Fig. 5; *Serratula tinctoria*, Taf. II, Fig. 6.

Als Beispiel des anatomischen Stengelbaues dieser Gruppe soll die Art *Sanguisorba officinalis* dienen. Betrachtet man bei schwacher Vergrößerung einen Querschnitt, der durch den unteren Teil eines blütentragenden Stengels hergestellt ist, so findet man an den größeren Kanten Collenchymstränge, die unter der Epidermis durch eine collenchymatische Zellschicht untereinander verbunden sind. Die größeren Collenchymstränge unterbrechen die sonst kontinuierliche Schicht des Chlorophyllparenchyms, welches von der in jungem Alter zwei Zellagen starken Stärkeschicht durch chlorophyllfreie Parenchymzellen getrennt ist. In späteren Entwicklungsstadien des Stengels beschränkt sich die Stärkeschicht nur auf eine Zellage stärkeführender Zellen, die sich an den Sclerenchymring anlehnen. Derselbe besteht aus Bastfasergruppen und aus dem dazwischen gelegenen sclerosierten Parenchym, welches sich nach innen zu zwischen die Gefäßteile fortsetzt. Es ist somit ein gemischter, ununterbrochener Sclerenchymring. In den Gefäßteilen beobachtet man die Cambiumtätigkeit, die sich jedoch auf interfasziale Räume nicht ausdehnt. Das Mark besteht aus großen inhaltsarmen Parenchymzellen.

In vielen anderen krautartigen Stengeln der Familie *Rosaceae* besteht der Sclerenchymring nicht aus den erwähnten zwei Gewebearten, sondern bildet einen homogenen Bastfaserring, wie man denselben an Querschnitten von *Agrimonia Eupatoria* (Taf. II, Fig. 3, *c*) und *Alchemilla vulgaris* beobachten kann.

Die Stengelquerschnitte der Baum- sowie Straucharten dieser Gruppe weisen keinen geschlossenen Sclerenchymring auf; die Bastfasergruppen werden nämlich durch Dickenwachstum des Stengels auseinandergeschoben. Nur in der Art *Carpinus Betulus* sind in jüngeren Entwicklungsstadien die Bastfasergruppen mittels Sclerenchymzellen miteinander verbunden. Sonst stehen zwar anfänglich die Bastbündel dicht beisammen, wie bei *Rosa canina* und *Crataegus Oxyacantha* (Taf. II, Fig 2, *d*), werden aber durch die Cambiumtätigkeit bald voneinander entfernt.

Unter Bezugnahme auf den Umstand, daß der Sclerenchymring oder Bastfaserbündel der Arten dieser Gruppe in jungen Entwicklungsstadien des Stengels das mechanische System desselben bilden, später aber durch den Holzring ersetzt werden, nennt Schwendener den Bastfaserring das primäre mechanische System des Stengels.[1]

Bei dem Dickenwachstum des Holzringes durch Cambiumtätigkeit beschränkt sich die Bastbildung in gewissen Arten auf den ersten Bastbündelring, wie z. B. bei *Rosa canina*, *Crataegus Oxyacantha*, *Prunus Padus*; in zahlreichen Arten werden aber mehrere Ringlagen von Bastbündeln in der Rinde angelegt. Dies kommt in vielen Baumarten vor, wie bei *Pirus Aucuparia*, *Juglans nigra*, *Castanea vesca*, *Quercus Robur*, *Salix fragilis*, *Tilia cordata* (Taf. II, Fig. 5). In diesen Arten werden in einer Vegetationsperiode gewöhnlich mehrere Ringlagen ausgebildet. Am Querschnitt eines zweijährigen Stengels von *Salix fragilis* findet man deren vier Lagen; in zweijähriger Lindenrinde sogar elf Lagen. Mit Rücksichtnahme auf den Umstand, daß an der Außenseite der Siebteile in gewissen Arten nur einfache Ringlagen von Bastfasergruppen, in anderen

[1] Schwendener J. S., l. c., p. 144.

dagegen außer der Ringlage noch einzelne Bastfasern, in vielen schließlich mehrere Ringlagen von Bastbündeln zutage treten, hat Schwendener diese Gruppe in drei gesonderte Gruppen eingeteilt.[1] Ich habe aber, die Anordnung und Entwicklung der Stärkezellen ins Auge fassend, keine Veranlassung gefunden, diese Arten in mehrere Gruppen zu trennen.

Die Stärkezellen erscheinen im Rindenparenchym seit dem Augenblick, wo die ersten Spuren von Bastbündeln zum Vorschein kommen; sie umfassen anfänglich zwei oder drei Zelllagen, die an die Bastfasergruppen anstoßen. In späteren Entwicklungsstadien des Stengels, in welchen das Wachstum nicht so rasch vor sich geht, wird die Stärkeschicht auf eine Zellage beschränkt, besonders wenn die Bastfasergruppen einen geschlossenen Ring bilden (vgl. Taf. II, Fig. 3, *s*). Werden die einzelnen Bastbündel beim Dickenwachstum voneinander getrennt, dann sind die Stärkezellen auch zwischen den Bastbündeln zu beobachten (vgl. Taf. II, Fig. 2; Taf. II, Fig. 5, *s*). In den Stengelarten, welche mehrere Ringlagen von Bastbündeln anlegen, erscheinen die Stärkezellen bald nur in der Umgebung der äußeren Bastbündel, bald sind sie in der Nähe aller Bastbündel der sekundären Rinde zu beobachten, z. B. in den Arten *Pirus Aucuparia*, *Tilia cordata* (Taf. II, Fig. 5, *s*).

In der Familie *Compositae* besteht die Stärkeschicht nur aus einer Zellage von Stärkezellen, die einen regelmäßigen Bau aufweisen und die Bastbündel von außen umschließen. In dieser Familie ist noch die Entwicklung des mechanischen Systems des Stengels beachtenswert. Diejenigen Arten nämlich, welche der Unterfamilie *Tubuliflorae* angehören, weisen einen Stengelbau auf, der mit dem geschilderten Bau von *Sanguisorba officinalis* übereinstimmt, was am Querschnitt von *Serratula tinctoria* zu beobachten ist (Taf. II, Fig. 6). Alle Arten der Unterfamilie *Liguliflorae*, welche in ihren Geweben Milchsaft enthalten, legen schwächere Bastfasergruppen an, und zwar später als der Holzring ausgebildet wird, wodurch ein Übergang in die folgende Gruppe vermittelt wird.

[1] L. c., p. 145 und 146.

Fünfte Gruppe.

Der anatomische Bau des Stengels der hierher gehörenden Arten kennzeichnet sich durch die Verlegung des mechanischen Gewebes auf die Innenseite des Cambiumringes. In der vorhergehenden Gruppe bildeten noch die Bastbündel, wenigstens in jungen Entwicklungsstadien, das mechanische Gewebe des Stengels. Die Arten der fünften Gruppe legen schon in ganz jungem Alter einen starken Holzring an, der aus Gefäßteilen und Libriform besteht. Die Bastfasergruppen oder einzelne Bastfasern, die in der sekundären Rinde vieler Arten vorkommen, werden zu spät ausgebildet, als daß sie eine mechanische Bedeutung für den Stengel haben könnten. Augenscheinlich kommt diesem Gewebe die Rolle der Rückbildungsgewebe zu.

Die Familien dieser Gruppe weisen eine große Mannigfaltigkeit in der Entwicklung und Verteilung der Bastbündel; sie lassen sich in eine Reihe anordnen, gegen deren Ende hin ein langsames Schwinden der Bastfasern und ein Übergang in die folgende Gruppe, die keine Bastbündel anlegt, zu beobachten ist. In gewissen Familien bilden nämlich noch alle Arten, an der Außenseite größerer Siebbündel, Bastfasergruppen oder zerstreute Bastfasern aus; hierher gehören: *Cruciferae, Papilionaceae, Onograceae, Lythraceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae.* Die Arten der weiteren Familien verhalten sich verschieden; in einzelnen Arten kommen noch schwache Bastbündel vor, in vielen aber sind dieselben auch in späten Entwicklungsstufen nicht zu finden. Dies beobachtet man in den Familien *Scrofulariaceae* und *Labiatae.* Schließlich gibt es Familien, in deren Rinde keine Bastfasern ausgebildet werden; an ihre Stelle treten aber prosenchymatische Elemente auf, die gewöhnlich zwei Zellagen einnehmen und offenbar in Vertretung der Bastfasern angelegt werden. Dieses Gewebe beobachtet man in den Familien *Valeriaceae* und *Dipsaceaceae.* Unter Bezugnahme auf das angegebene Verhalten der mechanischen Bestandteile der Rinde habe ich diese Gruppe in drei Abteilungen eingeteilt.

Der fünften Gruppe gehören folgende Familien an: *Umbelliferae, Papilionaceae, Cruciferae, Violaceae, Onagraceae, Lythraceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Verbenaceae, Scrofulariaceae, Labiatae, Valerianaceae, Dipsaceacae.*

Aus diesen Familien habe ich folgende Arten untersucht: *Sanicula europaea, Astrantia major, Eryngium campestre, E. planum, Falcaria vulgaris, Aegopodium Podograria, Carum Carvi, Selinum Carvifolia, Peucedanum Oreoselinum, Daucus Carota, Torilis Anthriscus, Chaerophyllum temulum; Cytisus Ratisbonensis, Lupinus luteus, L. albus, Melilotus albus, M. officinalis, Trifolium pratense, T. alpestre, T. incarnatum, T. fragiferum, T. montanum, T. hybridum, Anthyllis vulneraria, Lotus corniculatus, Robinia pseudoacacia, Astragalus Cicer, Coronilla varia, Onobrychis viciaefolia, Orobus vernus; Arabis arenosa, A. hirsuta, A. glabra, Sisymbrium officinale, Alliaria officinalis, Erisymum cheiranthoides, Thlaspi arvense, Capsella Bursa pastoris, Camelina sativa, Berteroa incana, Neslea paniculata; Viola tricolor, V. Riviniana; Epilobium angustifolium, E. Dodonaei, E. parviflorum, E. roseum, Oenothera biennis, Circaea lutetiana; Lythrum salicaria; Euphorbia Cyparissias, E. helioscopia; Convolvulus arvensis, C. sepium; Lycium barbarum, Solanum Dulcamara, S. nigrum, S. tuberosum, Hyoscyamus niger, Datura Stramonium; Verbascum Thapsus, V. Lychnitis, Scrofularia nodosa; Linaria vulgaris, L. minor, Veronica Chamaedrys, V. Anagallis, V. Teucrium, V. spicata, V. verna, Melampyrum arvense, M. nemorosum, Alectorolophus minor, A. major, Euphrasia officinalis, E. verna; Verbena officinalis; Salvia pratensis, Thymus serphyllum, Calamintha Acinos, Lamium album, Clinopodium vulgare, Galeobdolon luteum, Galeopsis pubescens, Stachys recta, S. silvatica; Valeriana officinalis, Valerianella dentata; Dipsacus silvester, Scabiosa columbaria, Succisa pratensis, Knautia arvensis.*

Abgebildet: *Trifolium incarnatum*, Taf. II, Fig. 7; *Capsella Bursa pastoris*, Taf. II, Fig. 10; *Epilobium angustifolium*, Taf. II; Fig. 11; *Solanum Dulcamara*, Taf. II, Fig. 9; *Veronica spicata*, Taf. II, Fig. 8.

Erste Abteilung.

In diese Abteilung gehören folgende Familien: *Umbelliferae, Papilionaceae, Cruciferae, Violaceae, Onagraceae, Lythraceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae.* In den Arten dieser Familien werden an der Außenseite größerer Leitbündel Bastfasergruppen ausgebildet, welche in gewissen Familien, wie *Umbelliferae* und *Papilionaceae* noch in späten Entwicklungsstufen des Stengels einen collenchymatischen Bau aufweisen. In anderen Familien entstehen echte Bastfaserbündel, jedoch erst nach der Ausbildung des Holzringes, der somit schon in jungen Entwicklungsstufen des Stengels als das wesentliche Skelettgewebe desselben anzusehen ist.

Der anatomische Bau einiger Arten der Familie *Umbelliferae* erinnert an die anatomischen Verhältnisse der Familie *Compositae*, nämlich der Unterfamilie *Tubuliflorae*. So sind z. B. in den Arten *Astrantia major* und *Sanicula Europaea* die Siebteile dieser Bündel ringsum mit dem Sclerenchymgewebe umgeben, ebenso wie bei *Serratula tinctoria* (Taf. II, Fig. 6). Der Stengelbau anderer Arten stimmt vorwiegend mit dem der Unterfamilie *Liguliflorae*. Der Unterschied besteht nur darin, daß an der Außenseite jedes Siebteiles ein Harzgang auftritt, der das Bastbündel, respektive Collenchymbündel von dem Siebteil trennt. Daß die Collenchymbündel der Umbelliferen den Bastbündeln anderer Familien entsprechen, beweist der Umstand, daß in zahlreichen Arten die Elemente des Collenchymbündels im späteren Alter an der Innenseite desselben in echte Bastfasern umgewandelt werden.

Die Gattung *Trifolium* liefert auch den Beweis, daß die Collenchymbündel in Vertretung der Bastfaserbündel vorkommen können. In dem oberen und mittleren Dritteil des Stengels einer beliebigen Kleeart, wie z. B. bei *Trifolium incarnatum*, beobachtet man zur Blütezeit an der Außenseite der Siebteile mächtige, halbmondförmige Collenchymbündel *(a)*, die von Stärkezellen kranzartig umgeben sind (Taf. II, Fig. 7). Nach dem Verblühen verholzen die Elemente der Collenchymbündel, die in Bastfasergruppen umgewandelt werden; gleich-

zeitig wird eine Verbindung mittels sclerosierten Grundparenchyms zwischen zwei benachbarten Bastbündeln angelegt.

Die Stärkezellen umgeben in allen *Trifolium*-Arten jedes Collenchymbündel, treten dagegen zwischen den Bündeln nicht auf. Dies beobachtet man in allen Arten der Familie *Papilionaceae*, deren Leitbündel in größeren Entfernungen voneinander stehen, wie bei *Anthyllis vulneraria*, *Onobrychis viciaefolia*. Bei dichterer Anordnung der Leitbündel vereinigen sich die Stärkesicheln in eine geschlossene Stärkeschicht, z. B. bei *Coronilla varia*, *Melilotus albus*.

In der Familie *Cruciferae* besteht der Holzring abwechselnd aus Holzteilen der Leitbündel und aus dem dazwischen gelegenen Libriform (Taf. II, Fig. 10,*l*), welches sich nach außen hin bis an die Stärkeschicht fortsetzt *(s)*. Die Außenseite der Siebteile ist mit weitlumigen bastfaserartigen Elementen umgeben. Solchen Stengelbau weisen zahlreiche Arten auf wie: *Capsella Bursa pastoris*, *Alliaria officinalis*, *Neslea paniculata*, *Erisymum Cheiranthoides*, *Arabis arenosa*, *Turritis glabra*, *Thlaspi arvense*, *Sisymbrium officinale*. In der Art *Arabis hirsuta* sind die Bastfasergruppen mit dem Libriform verwachsen, wodurch die Siebteile von allen Seiten mit verholzten Elementen umgeben sind. Die Stärkezellen bilden in dieser Familie eine geschlossene Schicht, die sich abwechselnd an Bastfasergruppen und an Libriform anlehnt. Diese Zellen verlieren in den meisten Arten schon in der oberen Stengelhälfte ihren Inhalt; sie werden leer und durchsichtig. Nur in saftigen, stark belaubten Stengeln, wie bei *Alliaria officinalis* sind dieselben noch in den unteren Stengelteilen stärkehaltig.

Die Arten der Familie *Onagraceae* zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Bastfasern nur zu kleinen, einige Fasern umfassenden Gruppen vereinigt sind. Diese Bastfasergruppen sind zahlreich, unregelmäßig in der sekundären Rinde zerstreut (Taf. II, Fig. 11,*d*). Das Cambium umfaßt als ununterbrochener Ring den ganzen Holzring, der aus regelmäßig gebautem Mestom besteht. Die Bastfasergruppen der Rinde werden — mit Ausnahme bei *Circaea lutetiana* — in späteren Entwicklungsstufen mit der Borke weggeworfen. An der Innenseite der Bastfasergruppen werden nämlich Fellogenschichten angelegt, die

zahlreiche dünnwandige Korkschichten ausbilden (Taf. II, Fig. 11, *k*). Die absterbende Borke trennt sich bald von der inneren Rinde und fällt weg.

An den Arten dieser Familie habe ich eine Beobachtung gemacht, daß in denselben vor dem Auftreten der Fellogenschicht an der Innenseite der Bastfasergruppen eine besondere Stärkeschicht zum Vorschein kommt. Diese Stärkeschicht nimmt somit in bezug auf die Bastbündel eine entgegengesetzte Lage ein als die gewöhnlichen Stärkezellen, die an der Außenseite derselben, und zwar in jüngerem Entwicklungsstadium des Stengels sich ausbilden. Mit Rücksichtnahme auf den Umstand, daß das Vorkommen dieser zweiten Stärkeschicht einen Einblick in die Ursachen des Auftretens der Stärkezellen gewährt, will ich an dieser Stelle die Veränderungen, die in der sekundären Rinde zutage treten, eingehender erörtern.

Betrachtet man bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop einen Querschnitt, der durch einen jungen, noch knospenlosen Stengel von *Epilobium angustifolium* unter der Stengelspitze hergestellt wurde, so findet man an der Außenseite der Bastfasern eine unregelmäßig angelegte Stärkeschicht, deren Stärkezellen auch zwischen den Bastbündeln auftreten. Die einzelnen Bastbündel enthalten nur wenige Bastfasern. Die Anzahl der Bastfasergruppen wächst mit dem Alter des Stengels, sie vereinigen sich aber niemals in einen geschlossenen Bastfaserring. Noch bevor die Bastbündel ihr Wachstum abgeschlossen haben, also zur Zeit, in welcher die äußeren Stärkezellen ihre Stärkekörner noch enthalten, erscheinen an unteren Querschnitten andere Stärkezellen, die, wie schon erwähnt, an der Innenseite der Bastbündel vorkommen (Taf. II, Fig. 11, *s*). Die Anzahl dieser Stärkezellen vermehrt sich bald, so daß dieselben an weiteren Querschnitten eine geschlossene Stärkeschicht bilden. Schließlich verschwinden die Stärkekörner in der äußeren Stärkeschicht, sobald die Bastfasern schon fertig ausgebildet sind; nur die innere Stärkeschicht enthält reichliche Stärkekörner.

Die Anhäufung der Stärkekörner in dieser neuen Zellschicht verrät die begonnene Bildung eines neuen Gewebes,

welches bei seinem Wachstum die Proteinstoffe verbraucht, wodurch sich die im Plasmainhalt aufgelöste Stärke ausscheidet. Die Erklärung dieses Vorganges findet man in weiteren Querschnitten. Dieselben zeigen an der Innenseite der Bastfasergruppen eine Fellogenschicht (Taf. II, Fig. 11 *f*), welche in kurzer Zeit mehrere Korkzellagen nach außen erzeugt *(k)*. Die Zellwände der Korkzellen zeichnen sich durch ihre braune Färbung aus. In späteren Entwicklungsstufen stirbt der untere Teil der Rinde ab; er springt an verschiedenen Stellen und wird bald abgeworfen.

Derartiges Auftreten einer äußeren und einer inneren Stärkeschicht mit darauffolgender Peridermbildung habe ich auch in folgenden Arten der Familie *Onagraceae* beobachtet: *Epilobium Dodonaei*, *E. parviflorum*, *Oenothera biennis*. Die Fellogenschicht bleibt in allen diesen Arten an der Innenseite der Korkschichten (zentripetale Teilungsfolge); die Zellen der inneren Stärkeschicht enthalten Stärkekörner, solange sich aus der Fellogenschicht neue Korkschichte ausbilden.

Die innere Stärkeschicht *(s_1)* steht in derselben Wechselbeziehung mit der Ausbildung der Peridermschichten, wie die äußere Stärkeschicht mit dem Wachstum der Bastfasergruppen. Die Zellen der normalen (äußeren) Stärkeschicht erscheinen an der Außenseite der im Wachstum begriffenen Bastfasergruppen; dieselben erhalten ihre plastischen Stoffe von dem angrenzenden Chlorophyllparenchym der primären Rinde und versorgen mit nötigen Baustoffen die jungen in Ausbildung begriffenen Bastfasern. Die Fellogenschicht wird von einer besonderen inneren Stärkeschicht begleitet, da die plastischen Stoffe nicht von außen, sondern nur von den Siebbündeln zugeleitet werden können; die Peridermschicht schließt nämlich den Zutritt der Baustoffe von außen aus. Die Stärkeschicht erscheint somit immer dicht an der Grenze des im Wachstum begriffenen Gewebes, und zwar an der Seite desselben, von welcher der Zufluß der Baustoffe erfolgt.

Wie in der Familie *Onagraceae* sind die Bastfasern in den Arten der Familie *Euphorbiaceae* in kleinen Gruppen oder sogar einzeln in der sekundären Rinde zerstreut. Die Stärkeschicht ist in jungen Entwicklungsstufen geschlossen; später

besteht dieselbe aus unregelmäßig zerstreuten Zellen oder Zellgruppen, stellenweise ist sie zweischichtig und enthält noch zur Fruchtzeit des Sprosses in oberer Stengelhälfte kleine Stärkekörner. Die Arten der Familie *Solanaceae* bilden einen starken Holzring aus, der jedoch nur in gewissen Arten, wie *Hyoscyamus niger*, *Solanum Dulcamara*, *Lycium barbarum*, einen regelmäßigen Bau aufweist. Das Cambium ist am ganzen Umfange des Holzringes tätig. Die Stärkeschicht, die schon in ganz jungen Entwicklungsstadien schön ausgebildet wird, ist in vielen Arten einschichtig, wie bei *Solanum tuberosum*, *S. nigrum*, *Datura Stramonium*; in vielen anderen dagegen enthält dieselbe zwei oder drei Zellagen stärkeführender Zellen. In letzterem Falle sind die Bastfasergruppen von allen Seiten mit Stärkezellen umgeben. Auffallend ist das Auftreten von Bastbündeln in der Art *Lycium barbarum*: sie werden an den Stengelkanten im Chlorophyllparenchym dicht unter der Epidermis ausgebildet, eine Erscheinung, die noch in der Familie *Umbelliferae* vorkommt, wo die kantenständigen Collenchymbündel in späteren Entwicklungsstadien zu echten Bastbündeln umgewandelt werden, was u. a. bei *Peucedanum Oreoselinum* zu beobachten ist.

Bei der Untersuchung der Stärkeschicht, die mehrere Zellagen umfaßt, begegnet man, besonders bei *Solanum Dulcamara*, *Lycium barbarum*, an Querschnitten älterer Stengel Veränderungen, die in bezug auf Peridermbildung beachtenswert sind; diese Veränderungen und ihre Bedeutung will ich näher angeben.

In der Art *Solanum Dulcamara* zeigen die Querschnitte junger Stengel eine Anhäufung von Stärkezellen in der Umgebung der Bastfasergruppen, und zwar solange noch die Bastfasern im Wachstum begriffen sind. Sobald aber das Wachstum der Bastfasern abgeschlossen ist, werden alle Parenchymzellen der primären Rinde, sogar die des Chlorophyllparenchyms mit Stärkekörnern erfüllt. Die Zahl der Chlorophyllkörper nimmt in dieser Zeit bedeutend ab; schließlich verschwinden dieselben völlig. Die größte Anhäufung von Stärkekörnern beobachtet man in den Parenchymzellen, die an die Epidermis angrenzen (Taf. II, Fig. 9). Die Querschnitte,

die durch weitere Stengelstücke hergestellt sind, lassen dicht unter der Epidermis eine Fellogenschicht erkennen; dieselbe ist aus der subepidermalen Parenchymschicht entstanden. Die neugebildete Fellogenschicht *(f)* liefert bald in zentripetaler Teilungsfolge zahlreiche Korkzellagen *(k)*; die äußeren derselben, deren Zellwände dick und braun geworden sind, werden in Form von Schuppen abgeworfen.

Eine ähnliche Erscheinung tritt bei *Lycium barbarum* auf, sie umfaßt nur andere Zellschichten. Die Stärkezellen kommen in jungen Querschnitten als eine unregelmäßige Schicht in der Umgebung prosenchymatischer, dünnwandiger Elemente vor, die an der Außenseite der Siebteile auftreten. Die Bastfasergruppen zeichnen sich dadurch aus, daß sie nicht die Siebteile begleiten, sondern an den Stengelkanten, ins Chlorophyllparenchym eingebettet, zu beobachten sind. Tiefere Querschnitte zeigen eine Stärkeschicht, die stellenweise bis sechs Zellagen stark ist; der äußere Rand derselben ist eben, am inneren Rande bilden sich dagegen Fortsätze, die in Markstrahlen übergehen. An der Außenseite dieser Stärkeschicht erscheint an Querschnitten durch noch ältere Stengelstücke eine Fellogenschicht, aus welcher sich in kurzer Zeit zahlreiche Korkzellagen ausbilden. Die primäre Rinde wird in diesem Falle von den wachsenden Geweben des Stengels durch das Periderm getrennt und stirbt bald ab.

Die geschilderte Peridermbildung beider angeführten Arten bietet ein Beispiel, daß das Auftreten von Stärkekörnern in einem ursprünglich gleichartigen Parenchymgewebe eine Erscheinung bildet, welche der Ausbildung einer neuen Gewebeart vorausgeht. Der Verbrauch der plastischen Stoffe, die zum Wachstum des Periderms notwendig sind, bedingt eine Anhäufung von Stärkekörnern in den benachbarten Parenchymzellen: die Stärkekörner werden nämlich erst zuletzt verbraucht, die Proteinstoffe verschwinden zuerst, wodurch die ursprünglich aufgelöste Stärke ausgeschieden wird.

Zweite Abteilung.

Viele Arten dieser Abteilung weisen auch in späteren Entwicklungsstufen keine Bastfasergruppen auf, nur in gewissen

Arten kommen kleinere oder größere Bastbündel vor. Zahlreich sind die Arten ohne Bastfasergruppen in der Familie *Scrofulariaceae*, noch zahlreicher in der Familie *Labiatae*.

Die Familie *Scrofulariaceae* steht, was die Verteilung der Bastfasergruppen anbetrifft, der vorhergehenden Abteilung am nächsten. Das mechanische System besteht aus dem Holzringe, der durch gleichmäßige Tätigkeit des Cambiums gebildet wird. Die Bastfasern erscheinen in der sekundären Rinde überhaupt erst in späteren Entwicklungsstufen, in einzelnen Arten nach dem Verblühen des Sprosses, wie z. B. bei *Veronica spicata*, *Euphrasia officinalis*, *E. verna*, *Linaria vulgaris*, und zwar als Gruppen aus wenigen Bastfasern oder einzelne Bastfasern. Größere Bastbündel kommen nur in der Gattung *Verbascum* vor, wie bei *V. Thapsus*, *V. Lychnitis*.

In der Rinde der übrigen Arten, die ich aus dieser Familie untersuchte, sind die Bastfasergruppen auch in späten Entwicklungsstadien nicht nachzuweisen. Hierher gehören: *Veronica Anagallis*, *V. verna*, *V. latifolia*, *V. Chamaedrys*, *Melampyrum arvense*, *M. nemorosum*. Dem ungleichen Vorkommen der Bastbündel in den genannten Arten entsprechend, weisen die Stärkezellen in ihrer Verteilung eine große Verschiedenheit auf. In den Arten *Verbascum Thapsus* und *V. Lychnitis* umgeben die Stärkezellen ihre Bastfasergruppen von außen und von beiden Seiten; sie fehlen nur an der Innenseite derselben. Eine geschlossene, regelmäßige Stärkeschicht tritt nur in der Rinde derjenigen Arten auf, welche entweder keine oder nur einzeln zerstreute Bastfasern enthalten, wie in den Gattungen: *Linaria*, *Melampyrum*, *Veronica*. Sie verliert in kurzer Zeit ihre Stärkekörner in der Gattung *Veronica*, so daß die Stärkezellen zur Blütezeit leer und durchsichtig sind; in anderen Arten kommen dagegen noch nach dem Verblühen zahlreiche Stärkekörner vor. So findet man in den Querschnitten unterer Stengelteile von *Scrofularia nodosa*, *Linaria vulgaris*, *Melampyrum arvense*, *M. nemorosum* Stärkekörner in fast allen Stärkezellen der Rinde.

An die letztgenannten Arten schließen sich die Arten der Familie *Labiatae* an. Das Vorkommen von Bastbündeln ist hier nämlich nur an einzelne Arten beschränkt. Ich fand dieselben

nur bei *Stachys recta, S. silvatica* und *Salvia pratensis.* Größere, kantenständige Bastbündel bestehen gewöhnlich nur aus einer Lage von Bastfasern; zwischen den Kanten beobachtet man auch stellenweise zerstreute Bastfasern. In den übrigen untersuchten Arten habe ich keine Bastfasern gefunden; hierher gehören: *Calamintha Acinos, Galeopsis pubescens, Galeobdolon luteum, Thymus Serpyllum, Lamium album, Clinopodium vulgare.* Nur stark angelegte Collenchymstränge treten als mechanisches System der Rinde an den Kanten auf. Die Stärkezellen bilden in allen Arten der Familie *Labiatae* eine geschlossene einschichtige Stärkescheide, welche sich an die Siebteile anlehnt. Wo die Bastfasergruppen vorkommen, werden auch diese von der Stärkeschicht umschlossen. Der Inhalt der Stärkezellen wird in kurzer Zeit resorbiert; schon oberhalb der Stengelhälfte sind in den meisten Arten keine Stärkekörner zu beobachten.

Der Stengelbau der Art *Verbena officinalis* kennzeichnet sich durch die an den Stengelkanten stark ausgebildeten Bastbündel. Die Stärkescheide stimmt in ihren Eigenschaften mit der der Labiaten überein.

Dritte Abteilung.

Die Arten der Familien *Valerianaceae* und *Dipsacaceae* bilden eine Übergangsstufe zwischen allen vorhergehenden Familien, die Bastfaserbündel in der sekundären Rinde anlegen, und den folgenden, deren Rinde keine Bastfasern aufweist. In der Rinde dieser Familien entsteht am Umfange der Siebteile ein geschlossener Ring aus einem besonderen, gewöhnlich zweischichtigen Gewebe, dessen Elemente lang, dünnwandig und weitlumig sind. Daß diese Elemente dem Bastfaserring entsprechen, beweist der Umstand, daß dieselben, wie die Bastfasern, von einer geschlossenen Stärkeschicht begleitet werden.

Der Querschnitt durch einen jungen Stengelteil von *Valeriana officinalis* zeigt in der primären Rinde eine stark ausgebildete Lage von Chlorophyllparenchym, die nur an den Kanten durch Collenchymbündel von der Epidermis getrennt ist. Auf diese folgt die einschichtige Stärkeschicht, welche sich

an die erwähnten Bastelemente anlehnt. Die radialen Wände der weitlumigen Elemente verlaufen gewöhnlich in schiefer Richtung; die Elemente selbst kennzeichnen sich dadurch, daß sie durchsichtig erscheinen. Der Holzring, der durch Cambiumtätigkeit angelegt wird, besteht vorwiegend aus dünnwandigem Libriform; nur an den Kanten kommen Leitbündel vor. Solereder spricht die Ansicht aus, daß *Valerianaceae* in der Stengelrinde eine deutliche großzellige Endodermis aufweisen, der Hartbast hingegen fehlt.[1] Die erwähnten großzelligen Elemente dürfen aber nicht als Endodermis angesehen werden, da außerhalb derselben die Stärkeschicht zum Vorschein kommt, welche gewöhnlich als Endodermis aufgefaßt wird.

Denselben Bau weist der Stengel von *Valerianella dentata* auf; sie enthält in der Rinde zwei Zellagen von geschilderten Bastelementen, die in späteren Entwicklungsstufen verholzen.

Die Stärkeschicht ist immer einschichtig, in jungen Sprossen bis zur Stengelbasis stärkehaltig. Nach dem Verblühen verschwinden die Stärkekörner und sind nur noch dicht unter den Blütenständen zu beobachten.

In der Familie *Dipsacaceae* besteht die Bastschicht ebenfalls aus dünnwandigen Elementen, die am Querschnitte regelmäßig viereckig erscheinen. Die Stärkeschicht verliert schon in jungem Alter die Stärkekörner, ihre Zellen sind noch vor dem Verblühen des Sprosses leer und durchsichtig. Denselben Bau weist auch die Art *Jasione montana*, die der Familie *Campanulaceae* angehört, auf (nächste Gruppe).

Sechste Gruppe.

In der sekundären Rinde der Arten der fünften Gruppe bildeten die Bastfaserbündel ein in Rückbildung begriffenes Gewebe. Die Arten der sechsten Gruppe kennzeichnen sich durch völligen Mangel an Bastfaserelementen in der Rinde: dieser Bau bildet hierdurch einen Gegensatz zum Rindenbau aller vorhergehenden Gruppen. In dieser Gruppe gelangt der typische Stengelbau der Dicotyledonen zur völligen Ausbildung. Bemerkenswert ist auch der Umstand, daß mit den Bastbündeln

[1] H. Solereder, l. c., p. 513.

gleichzeitig die Collenchymstränge verschwinden. Das mechanische Gewebe beschränkt sich ausschließlich auf den Holzring, der vorwiegend aus Holzprosenchym zusammengesetzt ist. Die Rinde enthält in jungem Alter gewöhnlich nur Chlorophyllparenchym; in späteren Entwicklungsstufen sind einige innere Schichten, die an Siebteile angrenzen, chlorophyllfrei.

Die Stärkezellen sind in der Regel zu einer geschlossenen, eine Zellage starken Schicht angeordnet; sie unterscheiden sich von dem angrenzenden Parenchymgewebe durch ihren regelmäßigen Bau; sie sind länglich viereckig am Querschnitte (Taf. II, Fig. 12, *s*). Schon in jungem Alter des Stengels verlieren die Stärkezellen ihren Inhalt; dann fallen dieselben als eine durchsichtige, mit braunen Zellwänden versehene Schicht auf.

Hierher gehören folgende Familien: *Campanulaceae, Balsaminaceae, Boraginaceae, Crassulaceae, Gentianaceae, Rubiaceae, Hypericaceae.* Aus diesen Familien habe ich nachstehende Arten untersucht: *Jasione montana, Phyteuma orbiculare, P. spicatum, Campanula patula, C. persicifolia, C. glomerata; Impatiens Noli tangere, I. parviflora; Cynoglossum officinale, Archusa officinalis, Nonnea pulla, Symphytum tuberosum, Pulmonaria officinalis, P. angustifolia, Cerinthe minor, Echium vulgare, Lithospermum officinale, L. arvense, Myosotis hispida; Sedum acre, S. album, S. maximum; Gentiana lutea, G. purpurea, G. asclepiadea, G. pneumonanthe, Erythraea Centaureum; Galium verum, G. Mollugo, G. silvaticum, G. silvestre, Asperula Cynanchica; Hypericum perforatum, H. quadrangulum, H. montanum.*

Abgebildet: *Galium verum*, Taf. II, Fig. 12.

Ein Bindeglied zwischen den Arten der fünften und der sechsten Gruppe bildet die Art *Jasione montana*, welche den Stengelbau der Familie *Dipsacaceae* aufweist; hierdurch wird die nahe Verwandtschaft dieser Familien begründet. Der Querschnitt durch den unteren Stengelteil von *Campanula glomerata* zeigt unter der Epidermis mehrere Zellagen von Chlorophyllparenchym, auf welches ein großzelliges Grundgewebe ohne Chlorophyllkörper folgt. In jungen, noch nicht blütentragenden Stengeln reicht aber das Chlorophyllparenchym bis

an die Stärkeschicht (*s*). An den Stengelrippen findet man keine Collenchymstränge; dieselben verschwinden gleichzeitig mit den Bastfaserbündeln. Die Stärkeschicht besteht in unserem Querschnitt aus leeren, durchsichtigen Zellen, die viereckig, braunwandig und in der Tangentialrichtung breiter sind, eine Erscheinung, die in allen Arten dieser Gruppe zu beobachten ist (vgl. Taf. II, Fig. 12). Anfänglich unterscheiden sich die Stärkezellen von den angrenzenden Parenchymzellen nur durch ihren Inhalt. Nachdem sie aber ihr Protoplasma und nachher ihre Stärkekörner eingebüßt haben, verlieren sie auch ihre Teilungsfähigkeit; sie sind nun nicht imstande, dem Wachstum der Parenchymzellen zu folgen. Bei dem Dickenwachstum des Stengels werden nun die ursprünglichen Stärkezellen in der Tangentialrichtung ausgedehnt.

Unter dem geschlossenen Cambiumringe gelangt der Holzring zur Entwicklung; sein äußerer Teil besteht vorwiegend aus Libriformzellen, an der Innenseite beobachtet man breite Holzteile, die zahlreiche, radial angeordnete Gefäße und Tracheiden enthalten. Jeder Holzteil wird von einem schwach ausgebildeten, markständigen Siebteile begleitet.

Denselben anatomischen Bau des Stengels, nur ohne die inneren Siebteile, weisen die übrigen von mir untersuchten Arten der Familie *Campanulaceae* auf. In der Rinde der Art *Jasione montana* findet man am äußeren Rande der Siebteile einen geschlossenen Ring von prosenchymatischen Bastelementen, die für die Familie *Dipsaceae* charakteristisch sind. Die Arten der Familien *Balsaminaceae* und *Crassulaceae*, in deren Geweben der Turgordruck des schleimartigen Inhaltes einen beträchtlichen Teil der mechanischen Arbeit vollzieht, sind mit schwach angelegten Holzringen versehen. In der Familie *Boraginaceae* beobachtet man dagegen einen stark ausgebildeten Holzring, welcher für die vornehmlich an trockenen Standorten wachsenden Arten unentbehrlich erscheint.

Die Stärkeschicht zeichnet sich in dieser Gruppe durch eine kurze Lebensdauer aus. Nur einige Zentimeter von der Stengelspitze hinab beobachtet man in ihren Zellen Stärkekörner. An tieferen Querschnitten sind die Stärkezellen inhaltsleer und durchsichtig; man erkennt dieselben auch an der

viereckigen Gestalt und der braunen Färbung der Zellwände. So verhalten sich die Stärkezellen in den Familien *Boraginaceae, Gentianaceae, Rubiaceae, Hypericaceae.* In den saftreichen Arten der Familien *Balsaminaceae* und *Crassulaceae* sind die Stärkekörner bis in die untere Stengelhälfte hinab, und zwar noch zur Blütezeit der Pflanzen zu beobachten.

VI. Rückblick auf die anatomischen Verhältnisse im Stengel der Dicotyledonen.

In der großen Mannigfaltigkeit des Stengelbaues der Dicotyledonen lassen sich zwei ausgeprägte Grenztypen unterscheiden. Der einfachste und niedrigste Bautypus besteht darin, daß das mechanische System als ein Sclerenchymring an der Außenseite der Leitbündel, somit im Pericykel, ohne Cambiumtätigkeit angelegt wird. Die Holzteile der ins Grundparenchym eingebetteten Leitbündel, in denen eine mehr oder weniger ausgiebige Cambiumtätigkeit bemerkbar ist, haben für den mechanischen Bau des Stengels kaum einen erheblichen Wert, da in denselben das mechanische Gewebe schwach ausgebildet wird.

In diesen Typus gehören folgende Familien: *Ranunculaceae, Papaveraceae, Fumariaceae, Caryophyllaceae, Alsinaceae, Geraniaceae, Primulaceae, Plantaginaceae.*

Der zweite Bautypus kennzeichnet sich durch Ausbildung eines starken Holzringes unter Cambiumtätigkeit, wobei kein Sclerenchymring, keine Bastbündel, nicht einmal Collenchymbündel angelegt werden. In diesem Bautypus wird das mechanische Gewebe auf die Innenseite des Cambiumringes verlegt. Hierher gehören die Familien: *Campanulaceae, Balsaminaceae, Boraginaceae, Gentianaceae, Rubiaceae, Hypericaceae.*

Man ersieht aus den angeführten Familien, daß die in der Systematik übliche Einteilung der Dicotyledonen in zwei Unterklassen *Eleuteropetalae* und *Sympetalae* im anatomischen Bau des Stengels keine Begründung findet.

Was die Übergangsformen anbetrifft, sind dieselben zahlreich und verschiedenartig. In selteneren Fällen sind die zwei Gewebesysteme — Sclerenchymring und Holzring — gleichzeitig ausgebildet, wie in den Familien *Polygonaceae* und

Rumicaceae. Zumeist werden die Bastbündel in früheren Entwicklungsstadien des Stengels als der Holzring ausgebildet: sie vertreten somit in jungem Alter das mechanische System, welches später ausschließlich aus dem Holzringe besteht. Diesen Stengelbau beobachtet man in den Familien *Rosaceae*, *Pomaceae*, *Cupuliferae*, *Tiliaceae*, *Malvaceae*. In vielen Familien dagegen sind die Bastbündel in Rückbildung begriffen; dann werden dieselben zu spät ausgebildet, als daß sie als mechanisches Gewebe funktionieren könnten, nämlich zur Zeit, als der Holzring schon stark angelegt ist. Hierher gehören die Familien *Onagraceae*, *Lythraceae*, *Solanaceae*, *Scrophulariaceae*, *Labiatae*.

Die Verteilung der Stärkezellen im Rindenparenchym steht mit der Gruppierung der Bastfaserbündel im innigen Zusammenhange. Die Stärkezellen begleiten einzelne Bastbündel, wie in den Gattungen *Thesium*, *Rumex*, *Trifolium*, oder sie umgeben ganze Gefäßbündel, wenn dieselben mit Sclerenchymscheiden versehen sind, z. B. bei *Caltha palustris*, *Ficaria ranunculoides*. Sind die Bastbündel näher aneinandergerückt, so vereinigen sich die Stärkezellen zu einem geschlossenen Ringe. In denjenigen Arten, deren Bastfasergruppen einen Sclerenchymring bilden oder in deren Rinde ein Festigungsring angelegt wird, entsteht aus den Stärkezellen eine geschlossene Stärkeschicht. Dieselbe ist in den meisten Arten nur eine Zellage stark. Schließlich erscheint die Stärkeschicht am äußeren Rande der Siebteile derjenigen Arten, welche keine Bastbündel anlegen. Es wurde schon an vielen Stellen hervorgehoben, daß die Stärkezellen mit der Entwicklung der Bastbündel in enger Beziehung stehen; welche physiologische Bedeutung den Stärkezellen in der letzteren Verteilung zukommt, erhellt aus den Versuchen, die im folgenden Abschnitt erörtert werden.

VII. Versuche.

Bei den Versuchen, die ich mit zahlreichen Pflanzenarten behufs Ermittlung der physiologischen Bedeutung der Stärkezellen angestellt habe, war ich von dem Gedanken geleitet, im normalen Entwicklungslaufe, respektive Auszehrungslaufe der Stärkezellen Veränderungen hervorzurufen und dadurch einen

Grund zur Beurteilung der Wechselbeziehung derselben zu den benachbarten Geweben zu erhalten. Es war nämlich zu gewärtigen, daß gleichzeitig mit den Veränderungen im Inhalte der Stärkezellen auch in den angrenzenden Geweben gewisse Abweichungen vom normalen Entwicklungslaufe zutage treten werden; die Ermittlung des funktionellen Wertes der Stärkezellen wäre hiermit eingeleitet. Zu diesem Behufe habe ich verschiedene Versuche angestellt: die Sprosse wurden entgipfelt, entblättert oder der Stengel mit Stanniol umgeben, um in dem Rindenparenchym die Kohlensäureassimilation hintanzuhalten. Ich bediente mich dabei der Vergleichsmethode: vor jedem Versuche wurden immer zwei gleich stark entwickelte Sprosse ausgewählt: an einem derselben wurden die angegebenen Veränderungen vorgenommen, der andere wurde unversehrt dem weiteren Wachstum belassen. Nach einigen Tagen wurden beide Sprosse abgeschnitten und gewisse Zeit im Alkohol aufbewahrt. Nachher wurden Längs- und Querschnitte aus gleichen Höhen hergestellt und unter dem Mikroskop verglichen. Aus dem Vergleiche ergab sich nun, ob und welche Veränderungen im Inhalte der Stärkezellen und in den angrenzenden Geweben sich eingestellt haben.

Bemerkenswerte, mitunter sogar sehr auffallende Veränderungen beobachtete ich in den Geweben der untersuchten Stengel nur in den Fällen, wenn der Stengel zuvor entblättert oder mit Stanniol umgeben war. Dekapitierte Stengel wiesen in ihren Geweben keine besonderen Veränderungen auf. Es ist aber hervorzuheben, daß auch während der Versuche mit entlaubten oder mit Stanniol umgebenen Stengeln in gewissen Fällen sehr auffallende Veränderungen zum Vorschein kamen, in anderen dagegen sich die Pflanzensprosse passiv verhielten. Durch eine Reihe von Versuchen, die ich mit sehr mannigfachen Pflanzenarten angestellt habe, gelang es mir, die Ursache dieses Verhaltens näher kennen zu lernen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß sogar Sprosse derselben Art nicht in jedem Entwicklungsstadium sich für derartige Versuche eignen. So erhält man bei Versuchen, die mit blütentragenden oder fruchttragenden Sprossen angestellt wurden, keine positiven Resultate, weil das Wachstum des Stengels in dieser Zeit beinahe

abgeschlossen ist; die anatomischen Veränderungen im Stengelbau sind in diesen Entwicklungsstadien sehr gering und unauffallend. Dies gilt besonders für krautartige Pflanzenarten mit reichblütigen Blütenständen, bei deren Ausbildung das Wachstum des Stengels aufhört. Aus diesem Grunde wählte ich für meine Versuche vorwiegend noch blütenlose Sprosse.

Was die Art der Pflanzen anbetrifft, mit welchen die Versuche anzustellen sind, muß ich noch bemerken, daß Stauden mit stark ausgebildeten Knollen, Zwiebeln und Wurzelstöcken für derartige Versuche nicht geeignet sind. Ebensowenig sind Versuche an strauch- oder baumartigen Pflanzen zu empfehlen. Die Sprosse, mit welchen Versuche angestellt werden, erhalten in diesen Fällen aus den Knollen, Wurzelstöcken oder aus benachbarten Sprossen so reichliche Nahrung, daß die zu erwartenden Veränderungen kaum wahrzunehmen sind. Das günstigste Material für Versuche auf Stärkezellen bieten Kräuter mit gleichmäßig am Stengel verteilten Blättern — ohne Blattrosette — sowie ausdauernde krautige Arten ohne Knollen und Wurzelstöcke, oder wenigstens mit schwach ausgebildeten unterirdischen Sprossen.

Schließlich muß ich mit Nachdruck betonen, daß die untersuchten Sprosse im ausgiebigen Wachstum begriffen sein müssen, wenn der Versuch nicht fehlschlagen soll. Deswegen gelingen derartige Versuche nur im Frühjahr. Bei der schwachen Beleuchtung in den Herbst- oder Wintertagen, bei bewölktem Himmel, ist die Neubildung von plastischen Stoffen im Chlorophyllparenchym so eingeschränkt, daß das Wachstum der Sprosse beinahe eingestellt ist. Alle Versuche, die ich im Herbst und im Winter angestellt habe, verliefen resultatlos.

Ich habe bei der Erörterung des Entwicklungslaufes der Stärkezellen (Abschnitt II) hervorgehoben, daß den typischen Stärkezellen beim Wachstum des Stengels ihr Inhalt nach und nach entzogen wird, so daß dieselben schließlich leer und durchsichtig werden. Durch gewisse äußere Eingriffe läßt sich diese Auszehrung des Zellinhaltes beschleunigen oder verzögern. Im ersteren Falle büßen die Stärkezellen sehr rasch ihren Inhalt ein; sie besitzen somit keine Stärkekörner in denjenigen Stengelpartien, in welchen ein normaler Sproß noch zahlreiche Stärke-

körner aufweist. Bei der Verzögerung des Auszehrungslaufes sind die Stärkekörner und die Stärkezellen noch in den Querschnitten zu finden, die aus Stengelteilen hergestellt sind, welche im normalen Sprosse keine Spur mehr von Stärkezellen aufweisen.

A. Versuche, durch welche der Auszehrungslauf der Stärkezellen beschleunigt wird.

Erster Versuch.

Ein im Freien wachsendes Exemplar von *Geranium pusillum* wurde in den Topf eingepflanzt und, nachdem es sich eingewurzelt hat, dem Versuch unterzogen. Es wurden an ihm zwei junge Sprosse ausgewählt, der Stengel des einen wurde mit Stanniolstreifen derart umwunden, daß der Lichtzutritt völlig ausgeschlossen war; nur die Blätter konnten assimilieren. Der andere Sproß wurde unversehrt im weiteren Wachstum belassen. Der Versuch dauerte 10 Tage.

Die in dieser Zeit durch das Längenwachstum entblößten Stengelteile wurden sorgfältig mit neuen Stanniolstreifen überdeckt. Nach Verlauf von 10 Tagen wurden beide Sprosse abgeschnitten, in Alkohol gelegt und nachher untersucht. Der Stengel weist bei *Geranium pusillum* keinen geschlossenen Holzring auf: fünf größere und fünf kleinere Leitbündel stehen abwechselnd ins Grundparenchym eingebettet (Taf. III, Fig. 10) und lehnen sich mit ihren Siebteilen an den im Pericykel ausgebildeten Festigungsring *(c)* an. Das Chlorophyllparenchym *(b)* ist im normalen Sprosse vom Festigungsringe durch eine zweizellige Stärkeschicht getrennt. Die von oben nach unten aufeinanderfolgenden Querschnitte weisen erst in denjenigen Stengelteilen einen augenfälligen Unterschied auf, in denen der Festigungsring aus verholzten Bastfasern besteht.

Der Querschnitt des Stengels, der während des Versuches mit Stanniol umgeben war, hat durch Hintanhaltung des Assimilationsprozesses nicht nur alle Stärkekörner der Stärkeschicht eingebüßt, auch das Chlorophyllgrün ist verschwunden (Taf. III, Fig. 11). Der Festigungsring besteht aus dünnwandigen Elementen *(c)*, die sich unter Jodeinwirkung blaßgelb färben

Die Anzahl der Stärkekörner an der Innenseite des Festigungsringes (s_1) ist sehr gering. Am Querschnitte des in normalen Verhältnissen wachsenden Sprosses findet man unter der Epidermis eine vier Zellen starke Schicht von Chlorophyllparenchym; darunter eine Stärkeschicht (Taf. III, Fig. 10, *s*), deren Stärkekörner sich durch ihre Größe auszeichnen. Der Festigungsring, der an die Stärkeschicht angrenzt (*c*), enthält verholzte, dickwandige Elemente, die mit Jodtinktur braun gefärbt werden. Die Parenchymzellen, die an der Innenseite des Festigungsringes zwischen den Leitbündeln liegen, sind mit Stärkekörnern dicht gefüllt (s_1).

Die schwache Ausbildung der Elemente des Festigungsringes im Pericykel des mit Stanniol umgebenen Stengels beweist, daß erstens die plastischen Stoffe des Chlorophyllparenchyms der Rinde sich am Aufbau dieses Ringes beteiligen. Durch Ausschluß des Assimilationsprozesses während des Versuches werden nämlich im Rindenparenchym keine plastischen Stoffe neugebildet. Nachdem die zuvor gebildeten verbraucht worden sind, hört weitere Lieferung derselben auf. Dadurch wird zwar das Wachstum des Festigungsringes nicht eingestellt, da seine Elemente einen Teil ihrer Baustoffe aus den Blättern, somit von den Siebteilen (s_1) erhalten, es wird aber im hohen Grad eingeschränkt. Beim Verbrauch der plastischen Stoffe des Rindenparenchyms durch den im Wachstum begriffenen Festigungsring wird den innersten Zellen des Rindenparenchyms zuerst ihr Inhalt entzogen, wodurch zweitens eine anhaltende Strömung der plastischen Stoffe von den äußeren in die inneren Zellen stattfindet. Die innersten Zellen des Rindenparenchyms büßen dabei zuerst ihre Proteinstoffe ein; die Kohlenwasserstoffe werden in der Gestalt von Stärkekörnern in diesen Zellen ausgeschieden und bilden die Stärkeschicht.

Bei unzureichender Lieferung der plastischen Stoffe seitens des Chlorophyllparenchyms der Rinde — in den mit Stanniol umgebenen Stengeln ist dies der Fall — werden auch drittens die Stärkekörner der innersten Zellen, die dem Festigungsring am nächsten stehen, aufgelöst und resorbiert.

Zweiter Versuch.

An einer im Freien wachsenden Pflanze, *Geranium pratense*, deren anatomischer Stengelbau mit dem der vorhergehenden Art beinahe übereinstimmt, wurden zwei junge Sprosse von gleicher Entwicklung ausgewählt, der eine entblättert, der andere unversehrt im weiteren Wachstum belassen. Nach 12 Tagen wurden beide abgeschnitten und untersucht. Der unversehrte Sproß wies sowohl in der Stärkeschicht als auch an der Innenseite des Festigungsringes (s_1) zahlreiche große Stärkekörner auf. Im entlaubten Stengel waren weder in der Stärkeschicht (*s*) noch im Parenchym an der Innenseite des Festigungsringes (Taf. III, Fig. 12) keine Stärkekörner zu finden. Die Elemente des Festigungsringes waren dabei dünnwandig und schwach entwickelt.

Der Mangel an Stärkekörnern an der Innenseite des Festigungsringes im entblätterten Stengel liefert den Beweis, daß diese Stärkekörner in den Blättern ihren Ursprung haben. Die äußeren Stärkezellen (*s*) haben dabei auch ihre Stärke eingebüßt, da mangels an Nahrungszufluß aus den Blättern der Festigungsring lediglich auf die plastischen Stoffe der Rinde angewiesen war und dieselben den inneren Parenchymzellen völlig entzogen hat.

Aus den erörterten zwei Versuchen ergibt sich, daß bei jeder Herabsetzung der Produktion von plastischen Stoffen — sei es in den Blättern, sei es im Chlorophyllparenchym der Rinde —, die sich am Aufbau des mechanischen Gewebes im Stengel beteiligen, der Inhalt der Stärkezellen ausgezehrt wird, ihr Abzehrungslauf wird somit dadurch beschleunigt.

Dritter Versuch.

Die Arten der Gattung *Geranium* kennzeichnen sich dadurch, daß das mechanische System ihres Stengels nur aus einem Festigungsring im Pericykel besteht; die Leitbündel stehen einzeln im Grundparenchym und können nur als Leitungswege angesehen werden. Der Stengelbau der meisten Dicotyledonen, besonders aber der aus der Unterklasse *Sympetalae*, weist dagegen einen unter Cambiumtätigkeit aus-

gebildeten Holzring auf, der von einem geschlossenen Ringe von Siebteilen umgeben ist. Die Stärkeschicht erscheint in diesen Pflanzenarten am Umfange des Siebbündelringes. Daß die plastischen Stoffe des Rindenparenchyms auch bei diesem Stengelbau sich am Aufbau des Holzringes beteiligen, ergibt sich aus folgendem Versuche.

Ich habe zwei junge, im Freien wachsende knospentragende Sprosse von *Veronica Teucrium* ausgewählt, den einen entblättert, den anderen unversehrt belassen. Nach Verlauf von 10 Tagen habe ich beide Sprosse abgeschnitten, in Alkohol aufbewahrt und nach einigen Tagen untersucht. Hier muß ich bemerken, daß die zu vergleichenden Quer- und Längsschnitte nicht aus gleicher Höhe genommen werden dürfen, da die zu Anfang des Versuches gleich hohen Sprosse sich nach dem Versuch erheblich unterscheiden; der entblätterte Sproß wächst sehr langsam und ist nach dem Versuche kürzer als der normale Sproß. Man muß daher beim Vergleiche Querschnitte, die aus analogen Internodien hergestellt wurden, verwenden.

Die obersten Querschnitte weisen keine wesentlichen Unterschiede auf. Je tiefer man aber herabsteigt, um so merklicher wird der Unterschied im anatomischen Bau der Stengel überhaupt und der Stärkezellen im besonderen. Auf Taf. III, Fig. 3, ist der Querschnitt aus dem mittleren Dritteil des entlaubten Stengels, auf Fig. 4 derselbe aus normalem Stengel dargestellt. Das kleinzellige Chlorophyllparenchym des entblätterten Stengels ist reicher an Chlorophyllkörpern, weist aber ebenso wie die Stärkezellen (Fig. 3, *s*) keine Stärkekörner auf, welche in diesen Geweben des normalen Stengels (Fig. 4) reichlich vorkommen. Der Holzring des normalen Stengels besteht in seinem äußeren Teile beinahe ausschließlich aus Holzparenchym, dessen Zellwände stark verholzt sind; den dünnwandigen Holzring des entlaubten Stengels (Fig. 3, *c*) durchsetzen dagegen zahlreiche Gefäße.

Wenn man bedenkt, daß sich am Wachstum des Holzringes die im Chlorophyllparenchym der Blätter und in der primären Rinde des Stengels gebildeten plastischen Stoffe beteiligen, sieht man an diesen zwei Querschnitten, welche

Unterschiede in der Entwicklung des Stengels der Mangel an Blättern hervorruft. Die im Wachstum begriffenen Gewebearten des Stengels sind in einem entblätterten Sprosse lediglich auf die im Chlorophyllparenchym der Rinde neugebildeten Baustoffe angewiesen. Infolge der größeren Inanspruchnahme wird dem Chlorophyllparenchym der Rinde alle Stärke entzogen; die am nächsten liegende Schicht aus Stärkezellen büßt dabei ihren ganzen Inhalt ein.

Die Auszehrung der plastischen Stoffe der Rinde im entblätterten Stengel liefert den Beweis, daß auch im belaubten Sprosse die plastischen Stoffe der Rinde dem Holzring in radialer Richtung zugeleitet werden. Die Stärkeschicht, die an und für sich eine Erscheinung der begonnenen Auszehrung bildet, wird auch im normalen Sprosse in späteren Entwicklungsstufen entleert. Durch die Entlaubung des Stengels wurde somit der Auszehrungsprozeß, der in den Parenchymzellen der Rinde gewöhnlich langsam vor sich geht, bedeutend beschleunigt.

Wie in vorhergehenden Versuchen, genügt das Quantum der im Rindenparenchym neugebildeten plastischen Stoffe nicht zur normalen Ausbildung des Holzringes: seine Elemente sind dünnwandig, nicht verholzt und verbrauchen bei ihrem Wachstum alle Stärkekörner, die im Markparenchym (Taf. III, Fig. 4, s_1) des normalen Sprosses reichlich vorhanden sind.

B. Versuche, durch welche der Auszehrungsprozeß verzögert wird.

Vierter Versuch.

An einem im Freien wachsenden Exemplar von *Veronica Teucrium* wurden zwei Sprosse von gleicher Entwicklung gewählt; der Stengel des einen Sprosses wurde mit Stanniolstreifen umwunden, der des zweiten frei belassen. Der mit Stanniol umgebene Stengel weist ein rascheres Längenwachstum auf; die dabei bloßgelegten Stengelteile wurden sorgfältig mit neuen Stanniolstreifen überdeckt. Nach Verlauf von 12 Tagen wurden beide Sprosse abgeschnitten, einige Tage in Alkohol aufbewahrt und nachher untersucht.

Die aus analogen Internodien hergestellten Querschnitte zeigen schon im oberen Drittel des Stengels merkliche Unterschiede im anatomischen Bau. Der Querschnitt, der aus dem mittleren Drittel des frei wachsenden Stengels hergestellt ist, zeigt ein stark ausgebildetes Chlorophyllparenchym (Taf. III, Fig. 2, *b*), welches vom Siebbündelringe durch leere Zellen der ursprünglichen Stärkeschicht *(s)* getrennt ist. Unter dem Cambiumringe befindet sich ein in seinem äußeren Teile aus dickwandigem Holzparenchym bestehender Holzring, dessen Innenseite zahlreiche Gefäße und Tracheiden auszeichnen.

Einen ganz anderen Anblick bietet der analoge Querschnitt des mit Stanniol umgebenen Stengels. Das aus großen, blassen Zellen zusammengesetzte Rindenparenchym (Taf. III, Fig. 1, *b*) weist weder Chlorophyllkörper noch Stärkekörner auf. Die großen Stärkezellen *(s)* enthalten dagegen zahlreiche Stärkekörner. Der Holzring besteht in seinem äußeren Teile aus Holzprosenchymelementen, deren Zellwände nicht verholzt und collenchymatisch geschwollen erscheinen. Der innere Teil des Holzringes, der vor dem Versuch ausgebildet war *(u)*, entspricht in seinem anatomischen Bau vollkommen dem Holzringe des normalen Sprosses. Aus dem Vergleiche der Holzringe des normalen und des mit Stanniol umgebenen Stengels erhellt, daß die plastischen Stoffe des Rindenparenchyms sich am Aufbau des Holzringes beteiligen, da die Hintanhaltung des Assimilationsprozesses im Rindenparenchym einen schwächeren Bau des äußeren Teiles des Holzringes hervorruft. Diese Erscheinung bestätigt die Folgerungen, welche bei vorhergehenden Versuchen gemacht wurden, daß eine andauernde Strömung von Baustoffen aus der Rinde in den Holzring stattfindet. Warum die Stärkezellen des mit Stanniol umgebenen Stengels bei diesem Versuche Stärkekörner enthalten, die in den Zellen des normalen Sprosses verschwunden sind, erhellt aus folgendem Versuche.

Fünfter Versuch.

Ein im Freien aufgewachsenes Exemplar von *Silene Otites* wurde in den Topf eingepflanzt. Nachdem es sich eingewurzelt hat, wurden an ihm zwei junge Sprosse von gleicher Entwick-

lung gewählt, der Stengel des einen mit Stanniol umgeben, der des anderen frei belassen. Nach 12 Tagen wurden beide Stengel abgeschnitten und untersucht.

Der normale Stengel enthält im mittleren Drittel (Taf. III, Fig. 6) in der Rinde kleinzelliges Chlorophyllparenchym *(b)*, welches unmittelbar an den stark ausgebildeten Festigungsring anstößt. Die Elemente des Festigungsringes *(c)*, der stark ausgebildet ist, sind verholzt und umschließen völlig die Siebteile der Leitbündel. Im Stengel, der mit Stanniol umgeben war, beobachtet man große, chlorophyllfreie Zellen im Rindenparenchym (Taf. III, Fig. 5, *b*); der Festigungsring *(c)* ist nur drei Zellen stark, seine Elemente erscheinen dünnwandig, nicht verholzt; der innere Rand des Festigungsringes ist von den Siebteilen weit entfernt. Am Umfange des Festigungsringes findet man eine geschlossene Reihe von Stärkezellen *(s)*.

Bei diesem Versuch ist die letztere Erscheinung auffallend; am äußeren Rande des Festigungsringes tritt eine Stärkeschicht auf, welche im normalen Sprosse nicht vorkommt; bei analogem Versuche mit *Geranium pusillum* (erster Versuch) büßten sogar die Stärkezellen des mit Stanniol umgebenen Stengels ihre Stärkekörner in jüngerem Alter des Stengels ein als im normalen Sprosse.

Zur Erklärung dieser Erscheinung muß ich bemerken, daß die Stärkeschicht in der Rinde von *Silene Otites* nur in ganz jungem Alter Stärkekörner enthält; schon einige Zentimeter unter der Stengelspitze sind die Stärkezellen inhaltsleer. Wird nun ein Stengel mit Stanniol umgeben, so wächst er rasch in die Länge; der Festigungsring wird aber nur schwach ausgebildet, da nach Auszehrung des Zellinhaltes im Rindenparenchym keine plastischen Stoffe neugebildet werden. Die Auszehrung des Rindenparenchyms geht sogar so weit, daß den völlig ausgezehrten Zellen aus den Siebteilen Nährstoffe zuströmen, welche durch die dünnwandigen Elemente des Festigungsringes passieren können. Die Stärkeschicht eines mit Stanniol umgebenen Stengels von *Silene Otites* enthält deswegen Stärkekörner in älteren Stengelteilen als im normalen Stengel. Die ausgezehrten Zellen erhalten somit ihre Stärke sowohl bei *Silene Otites* als auch bei *Veronica Teucrium*

(vorhergehender Versuch) von den Siebteilen der Leitbündel. In diesen beiden Versuchen entsteht im Stengel ein Strom von plastischen Stoffen, welcher von innen nach außen gerichtet ist, daher der Strömung im normalen Stengel entgegenläuft. Diese Umkehrung des Stromes ist aber nur in denjenigen Pflanzenarten möglich, in denen kein Bastring vorkommt, wie bei *Veronica Teucrium*, oder ein sehr schwacher, nicht verholzter Festigungsring vorhanden ist, wie bei *Silene Otites*, wenn der Stengel längere Zeit hindurch mit Stanniol umgeben war. Besteht dagegen der Festigungsring aus mehreren Schichten, wie bei *Geranium pusillum* (erster Versuch), so werden die plastischen Stoffe nach außen nicht durchgelassen: die Stärkeschicht ist dann inhaltsleer.

Die Versuche 4 und 5 liefern den Beweis, daß man durch äußere Eingriffe die Entleerung der Stärkezellen verzögern kann.

Ich will noch der Versuche erwähnen, die ich mit jungen Sprossen von *Thalictrum minus* angestellt habe; die dabei beobachteten Veränderungen sind den Erscheinungen in vorhergehenden Versuchen analog. Taf. III, Fig. 7, zeigt den Querschnitt eines normalen Stengels. Auf Fig. 8 ist der Querschnitt eines Stengels abgebildet, der 12 Tage lang mit Stanniol umgeben war. Fig. 9 stellt den Querschnitt eines entblätterten Stengels dar.

Die geschilderten Versuche, bei denen die Auszehrung der Stärkezellen bald beschleunigt, bald verzögert wird, habe ich wiederholt mit zahlreichen Arten der Dicotyledonenklasse angestellt. Ich muß aber mit Nachdruck betonen, daß zweckmäßige Erfolge nur bei denjenigen Versuchen erzielt werden können, die mit jungen, in ausgiebigem Wachstum begriffenen Sprossen angestellt werden.

VIII. Ergebnisse.

Es wurde bei der Erörterung der Veränderungen, die an der Stärkeschicht der meisten Arten zu beobachten sind, hervorgehoben, daß die Stärkezellen in älteren Stengelpartien inhaltsleer und durchsichtig sind (II. Abschnitt). Die Verteilung der Stärkezellen in der Rinde der Dicotyledonen — sie lehnen sich

immer an die Bastfasergruppen oder an den Festigungsring an — läßt vermuten, daß sie mit dem Wachstumsprozeß des mechanischen Gewebes in Wechselbeziehung stehen, zumal sie beim Abschluß des Wachstums ihren Inhalt verlieren.

Einen tieferen Einblick in die Ursachen des Auftretens und der Veränderungen im Inhalte der Stärkezellen gewinnt man aber erst durch geeignete Versuche (VII. Abschnitt). Aus denselben ergibt sich, daß die plastischen Stoffe, die im Chlorophyllparenchym der Rinde gebildet werden, als Baustoffe beim Wachstum des mechanischen Gewebes, wie der Bastfasergruppen, des Festigungsringes und des Holzringes, Verwendung finden (vgl. Versuch 1, 2, 3), daß sie somit den Parenchymzellen der inneren Rinde entzogen werden. Die innersten Parenchymzellen der Rinde sind dadurch einer andauernden Auszehrung ausgesetzt; sie büßen dabei zuerst ihre Proteinstoffe ein, die Kohlenhydrate werden als Stärkekörner ausgeschieden. Dieselben sind nicht imstande, im ausgezehrten und verdünnten Zellinhalte zu schweben: sie sinken deswegen auf die unterste Zellwand. Es sind dies die viel besprochenen labilen Stärkekörner (Taf. II, Fig. 8). Schließlich werden aber nach Verbrauch der Proteinstoffe auch die Stärkekörner aufgelöst und resorbiert. Die Stärkezellen erscheinen dann inhaltsleer und durchsichtig. Von dieser Zeit an sterben sie langsam ab.

Bei der Auszehrung der Stärkezellen muß selbstverständlich vorausgesetzt werden, daß die Lieferung der plastischen Stoffe seitens des Chlorophyllparenchyms der Rinde geringer ist als die Inanspruchnahme derselben. Dies ist auch in den meisten Arten der Dicotyledonenklasse der Fall. Es gibt dennoch einzelne Arten, ja sogar ganze Pflanzenfamilien, in deren Rinde das Chlorophyllparenchym so mächtig ausgebildet ist, daß die in demselben neugebildeten Stoffe den Verbrauch völlig decken.

In diesen Pflanzenarten kommt es nie zur Auszehrung der inneren Parenchymzellen der Rinde: die Stärkezellen sind in der Rinde auch in jüngsten Entwicklungsstadien nicht zu finden (vgl. IV. Abschnitt, *c*).

Das Vorkommen von Stärkezellen in der Rinde bildet somit eine Erscheinung, welche mit dem Wachstum des

Stengels im engen Zusammenhange steht. Die Stärkezellen treten in den Arten, die im Pericykel Bastfasergruppen oder einen Festigungsring anlegen, an der Außenseite derselben auf; in den Arten dagegen, deren Rinde keine Bastelemente aufweist, lehnen sich dieselben an den Siebbündelring an. Daß ihr Zellinhalt auch in dem letzteren Falle zum Aufbau des Holzringes verwendet wird, erhellt aus dem Versuch 3.

Aus demselben Grunde werden die Stärkekörner in den Parenchymzellen der Rinde ausgeschieden, welche an ein in Bildung begriffenes Periderm angrenzen, eine Erscheinung, die bei der Beschreibung des anatomischen Baues der Arten der Familien *Onagraceae* und *Solanaceae* eingehend erörtert wurde (V. Abschnitt, 5. Gruppe).

In den Stengeln, deren Leitbündel einzeln verlaufen, das mechanische System aber aus einem Festigungsring besteht, werden dem Festigungsringe nicht nur von außen, vom Chlorophyllparenchym der Rinde, sondern auch von innen, von den Siebteilen, Baustoffe zugeleitet. Dabei erscheinen Stärkezellen auch an der Innenseite des Festigungsringes (Taf. III, Fig. 7, 10, s_1). Daß die Stärkekörner dieser Zellen in den Blättern ihren Ursprung haben, geht aus dem zweiten Versuche hervor.

Die erwiesene Wechselbeziehung des Vorkommens der Stärkezellen der Rinde nicht nur mit dem Wachstum des Holzgewebes, sondern auch mit dem des Periderms, besonders aber der Mangel derselben bei starker Entwicklung des Chlorophyllgewebes in einigen Familien der Dicotyledonenklasse und in den meisten der Monocotyledonenklasse sprechen gegen die Annahme der den labilen Stärkekörnern zugeschriebenen Funktion bei den geotropischen Erscheinungen im Stengel der Dicotyledonen. Näheres darüber siehe Einleitung.

Erklärung der Abbildungen.

a Collenchymbündel, *b* Chlorophyllparenchym, *c* Sclerenchymring, *d* Bastbündel, *k* Korkgewebe, *m* Cambium, *l* Libriform, *n* Mestom, *f* Fellogen, *s* Stärkeschicht.

Tafel I.

1. *Polygonum aviculare,* Querschnitt durch den mittleren Teil eines blütentragenden Stengels.
2. *Polygonum bistorta,* Querschnitt durch den unteren Teil eines blütentragenden Stengels.
3. *Rumex Acetosa,* Querschnitt durch den mittleren Teil eines blütentragenden Stengels.
4. *Ranunculus bulbosus,* Querschnitt durch einen jungen Knospenstiel.
5. *Ranunculus lanuginosus,* Querschnitt durch einen jungen Stengel.
6. *Caltha palustris,* Querschnitt durch einen jungen Knospenstiel.
7. *Caltha palustris,* Querschnitt durch den unteren Teil eines fruchttragenden Stengels.
8. *Pulsatilla pratensis,* Querschnitt durch den Fruchtstiel.
9. *Papaver dubium,* Querschnitt durch einen fruchttragenden Stengel.
10. *Aconitum Napellus,* Querschnitt durch den oberen Teil eines blütentragenden Stengels.
11. *Isopyrum thalictroides,* Querschnitt durch einen fruchttragenden Stengel.
12. *Dicentra spectabilis,* Querschnitt durch einen alten Stengel.

Tafel II.

1. *Coronaria flos cuculi,* Querschnitt durch den unteren Teil eines blütentragenden Stengels.
2. *Crataegus Oxyacantha,* Querschnitt durch einen einjährigen Stengel.
3. *Agrimonia Eupatoria,* Querschnitt durch einen blütentragenden Stengel.
4. *Caltha palustris,* Querschnitt durch den mittleren Teil eines jungen Stengels.
5. *Tilia cordata,* Querschnitt durch den zweijährigen Stengel.
6. *Serratula tinctoria,* Querschnitt durch einen alten Stengel.
7. *Trifolium incarnatum,* Querschnitt durch einen jungen Stengel.
8. *Veronica spicata,* Längsschnitt durch den mittleren Teil eines blütentragenden Stengels.
9. *Solanum Dulcamara,* Querschnitt durch den älteren Teil eines jungen Stengels.

10. *Capsella Bursa pastoris*, Querschnitt durch den unteren Teil eines blütentragenden Stengels.
11. *Epilobium angustifolium*, Querschnitt durch den knospentragenden Stengel, 12 *cm* unter der Spitze.
12. *Galium verum*, Querschnitt durch den fruchttragenden Stengel.

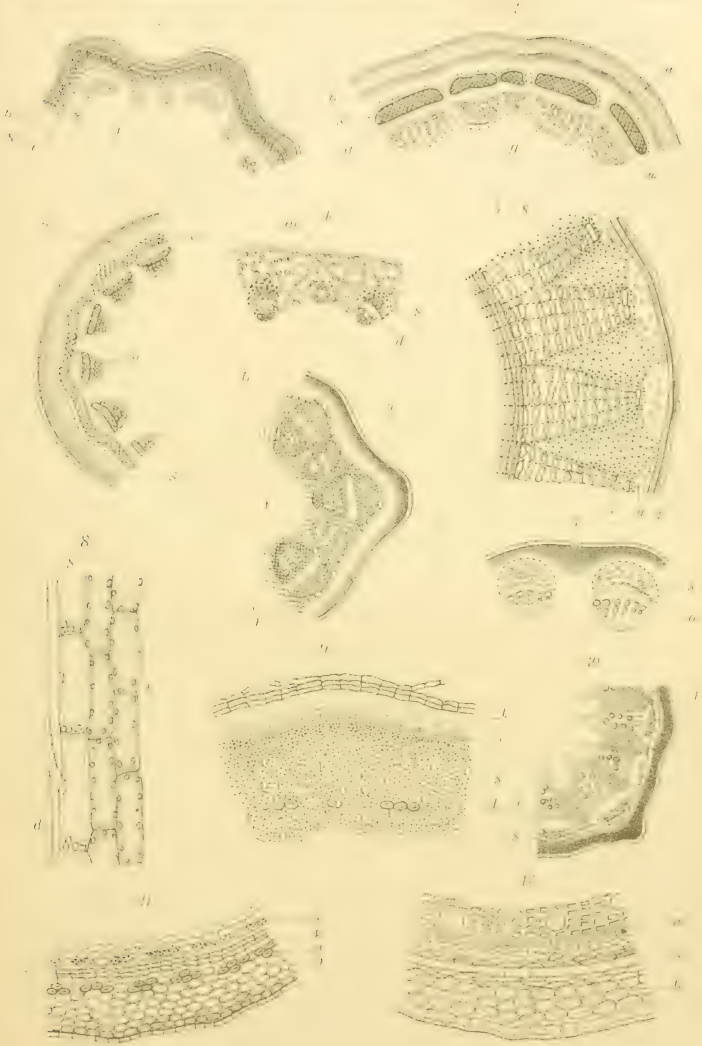
Tafel III.

1. *Veronica Teucrium*, Querschnitt durch den mittleren Teil eines jungen Stengels, der 12 Tage lang mit Stanniol umgeben war.
2. *Veronica Teucrium*, analoger Querschnitt durch den Stengel eines in normalen Verhältnissen wachsenden Sprosses.
3. *Veronica Teucrium*, Querschnitt durch den mittleren Teil des Stengels, der 10 Tage lang entblättert gewachsen war.
4. *Veronica Teucrium*, analoger Querschnitt durch den Stengel eines in normalen Verhältnissen wachsenden Sprosses.
5. *Silene Otites*, Querschnitt durch den mittleren Teil eines jungen Stengels, der 12 Tage lang mit Stanniol umgeben war.
6. *Silene Otites*, analoger Querschnitt durch den normalen Stengel.
7. *Thalictrum minus*, Querschnitt durch das oberste Internodium eines jungen Sprosses.
8. *Thalictrum minus*, analoger Querschnitt durch den 12 Tage lang mit Stanniol umgebenen Stengel.
9. *Thalictrum minus*, analoger Querschnitt durch den entblätterten Stengel.
10. *Geranium pusillum*, Querschnitt durch einen jungen Stengel.
11. *Geranium pusillum*, analoger Querschnitt durch den Stengel, der 10 Tage lang mit Stanniol umgeben war.
12. *Geranium pratense*, Querschnitt durch den Stengel, der 12 Tage lang entblättert war.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 1581
I. Verteilung der Stärkezellen 1590
II. Über die Veränderungen im Inhalte der Stärkezellen und ihre Ursachen 1596
III. Über die Umstände, welche die Auszehrung des Inhaltes der Stärkezellen beeinflussen 1599
IV. Über die Umstände, welche das Auftreten der Stärkezellen und die Veränderungen ihres Inhaltes bedingen 1602
V. Vergleichende Übersicht der Verteilung der Stärkezellen im Stengel der Dicotyledonen 1606
VI. Rückblick auf die anatomischen Verhältnisse im Stengel der Dicotyledonen 1634
VII. Versuche 1635
A. Versuche, durch welche der Auszehrungslauf der Stärkezellen beschleunigt wird 1638
B. Versuche, durch welche der Auszehrungslauf der Stärkezellen verzögert wird 1642
VIII. Ergebnisse 1645
Erklärung der Abbildungen 1648



Tondera gez.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 00652